من تحضير و إعداد
الاستاذالمهندس: لواسف بوفاتح
ثانوية رابح بركاتى
الحى الجنوبى
بلدية افلو
ولايةالأغواط
EMAIL : LOUASSEF@msn.com

التدريس بالمشاريع

مشروع المـــرحـــل الســـكـــونـى

المحتوى:

الوضعية ألإشكالية

الوضعية التعليمية

المرحل السكونى (المفتاح الترانزستوري)

الترانزستور تنائى القطبية

ترانزستور تأثير المجال:

الإلكترونيات الضوئية

الأثر الكهربائي للضوء في أشباه الموصلات:

الثنائي الضوئي

تنائى انبعات الضوء

المقاومة الضوئية

الترانزستورات الضوئية:

تطبيقات على الإلكترونيات الضوئية:

الملتقطات الكهربائية

الملتقطات الحثية

الملتقطات السعو ية

الملتقطات الضوئية

الملتقطات المستوى

الملتقطات الحرارية

الكواشف الحرارية TDR

الثيرمستور CTN و CTP

الوضعية الإدماجية

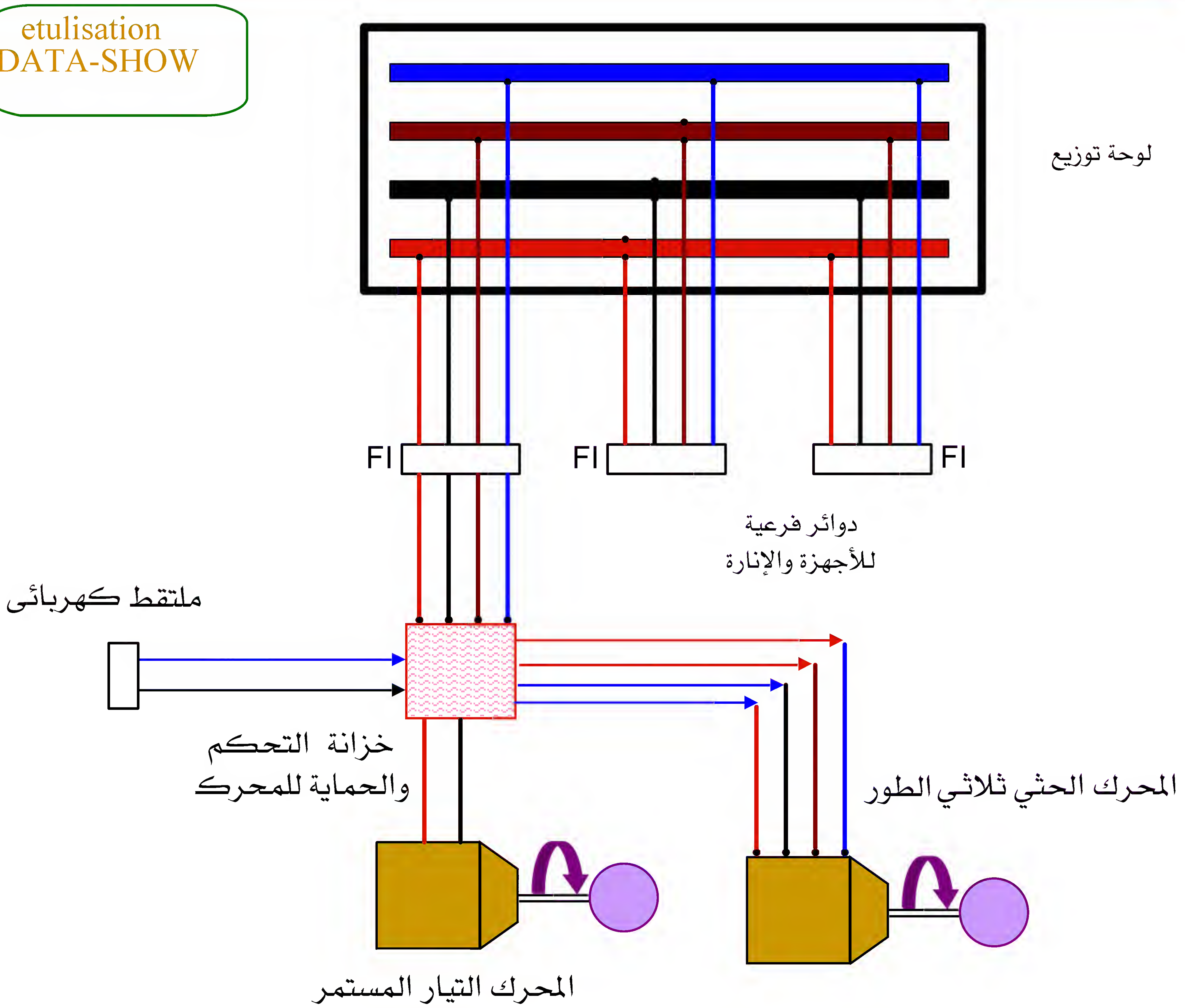
التحكم فى المحرك ثلاثى الأطوار و محرك التيار المستمر

باستعمال المرحل السكونى

المهارات المنتظرة:

- معرفة مبدأ عمل ترانزستور تأثير المجال ودراسة أهم أنواعها .
- معرفة المرحل السكونى بإستعمال الترانزستور ثنائى القطبية وتأثير المجال
- أهمية المرحل السكونى في التحكم الداخل الانظمة الآلية
- معرفة أنواع العناصر الضوئية مثل ، المقاومة الضوئية ، الترانزستور الضوئي
- معرفة الملتقطات الحرارية مثل حساسات قياس درجة الحرارة بواسطة الازدواج الحراري
- معرفة الملتقطات الضوئية
- التعرف على ملتقطات قياس مستوى المليء
- معرفة مبدأ عمل الإلكترونيات الضوئية .
- معرفة أشباه الموصلات مثل **NTC** ، **PTC** .
- أن يحدد الطالب أثر تغير شدة الإضاءة الساقطة على المقاومة الضوئية .
- أن يبني الطالب دارة تحكم باستخدام المقاومة الضوئية .
- أن يحدد الطالب أثر تغير شدة الإضاءة الساقطة على الترانزستور الضوئي .
- أن يبني الطالب دارة تتحكم في تشغيل مرحل باستخدام ترانزستور ضوئي .
- أن يبني الطالب دارة تتحكم في تشغيل الأحمال الكهربائية بواسطة الحرارة .

etulisation
DATA-SHOW



نتيجة للتقدم العلمي والتقني الهائل وزيادة التعقيد في العمليات الصناعية المختلفة ظهرت الحاجة الماسة إلى تطور مماثل لأساليب التحكم في العمليات الصناعية ووسائل تنفيذها. ومن أهم الأساليب الحديثة التحكم الآلي في العمليات الصناعية الذي يحتل مكانة متميزة في التطبيقات الصناعية وذلك لما يتميز به في الأداء والسيطرة على أكثر من عملية في نفس الوقت، مما أدي إلى زيادة الإنتا ج وجودة المنتجات ومن الوسائل المهمة لتنفيذ عمليات التحكم الآلي في التطبيقات الصناعية المختلفة استخدام

المتقطات الكهربائية بمختلف أنواعها لإستشعار الكميات الفيزيائية كالحرارة، والضغط، والسرعة، والحركة، و القوة، والضوء، والصوت ومن ثم تحويلها إلى كميات كهربائية مكافئة لتلك الكميات الفيزيائية .

المرحلات السكونية بمختلف أنواعها لربط دارات القدرة ذات التوترات العالية بالدارات الإلكترونية ذات التوترات المنخفضة،

الإشكالية:

كيف تتم عملية التحكم في الإستطاعة بطريقة آلية بإستخدام المرحل السكونى و الملتقطات الكهربائية

ماهى هذه المرحلات السكونية و الملتقطات الكهربائية

المرحل السكونى

الوحـــــــدة 4

المفتاح الترانزستورى

من تحضير و إعداد
الاستاذالمهندس: لواسف بوفاتح
ثانوية رابح بركاتى
الحىالجنوبى
بلدية افلو
ولايةالأغواط
EMAIL : LOUASSEF@msn.com

المفتاح الترانزستوري

الترانزستور ثنائي القطبية

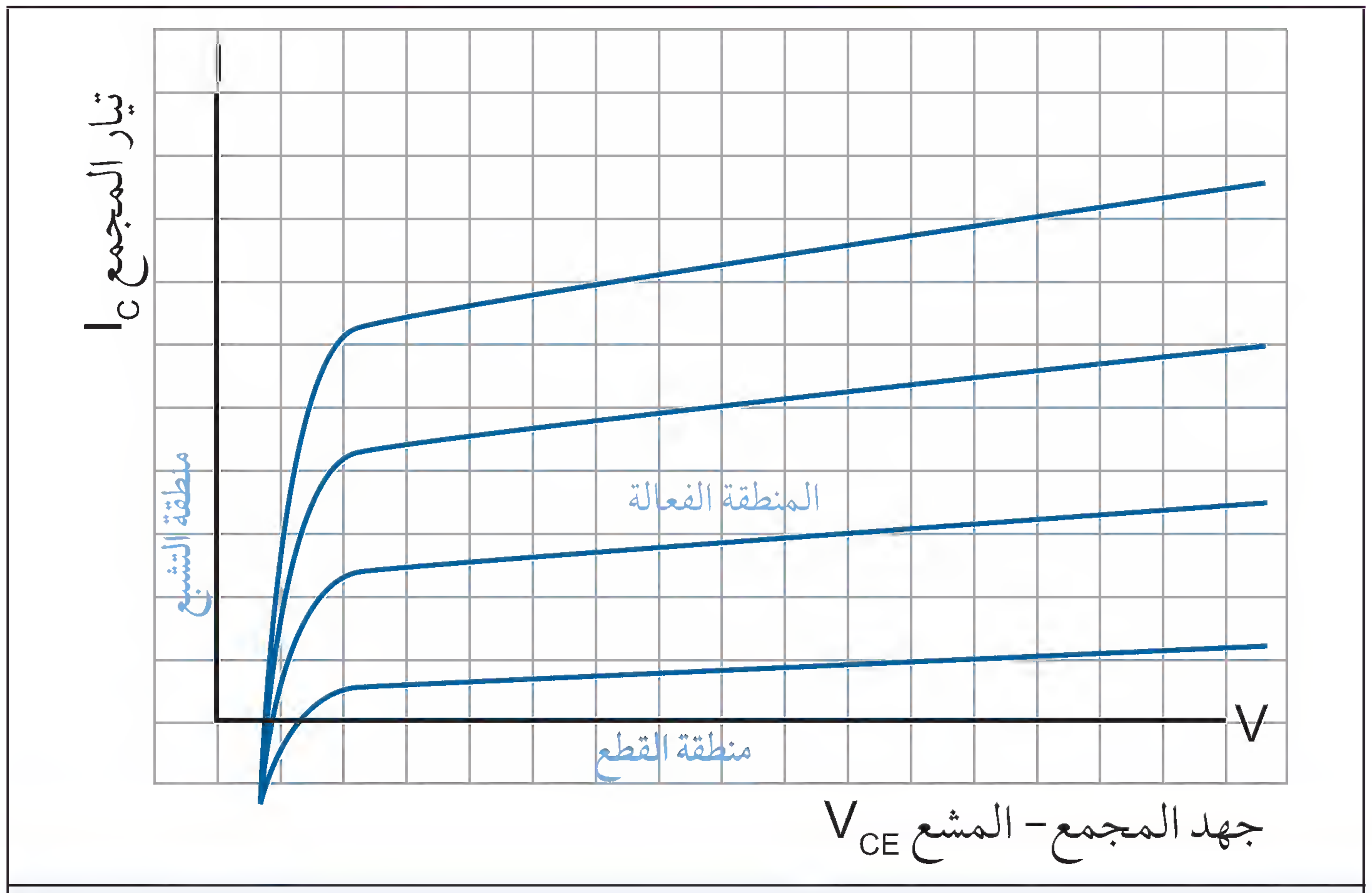
وضعية تعليمية

الوحدة

1-

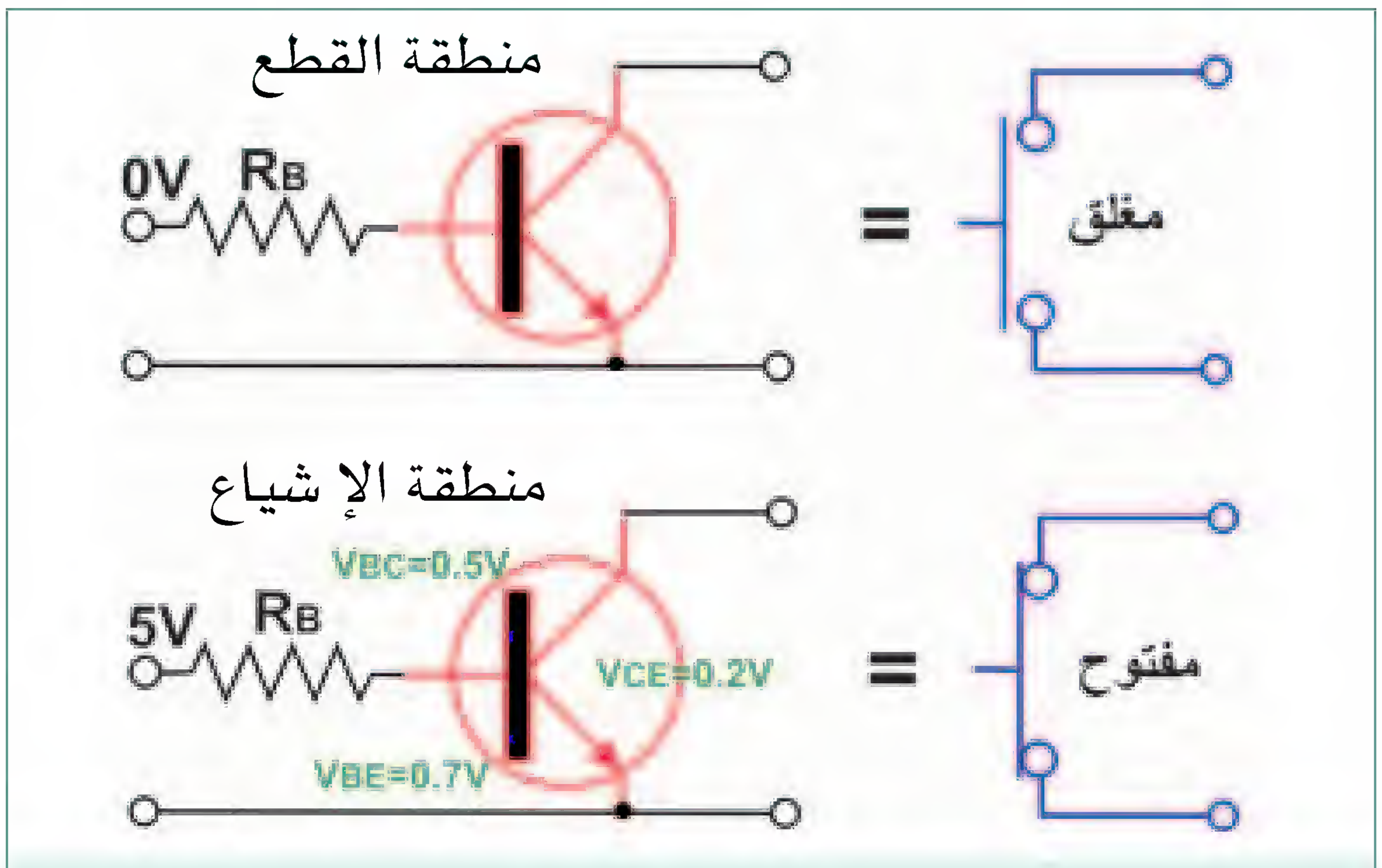
لقد تم التعرف من خلال منحنى الخواص للترانزستور على مناطق التشغيل للترانزستور الثلاثة و هي القطع والفعالة والتشبع . كما هو موضح في الشكل (1) وتبين أن الترانزستور يعمل مضخماً في المنطقة الفعالة .

عندما يعمل الترانزستور في منطقتي القطع والتشبع فإنه يتصرف كمفتاح يؤدي إلى وصل دارات الأحمال وفصلها



شكل (1) : مناطق عمل الترانزستور

إن الترانزستور في منطقة القطع يعادل مفتاح ميكانيكي في حالة القطع (OFF) بينما الترانزستور في حالة التشبع يعادل مفتاح ميكانيكي في حالة التوصيل(ON)

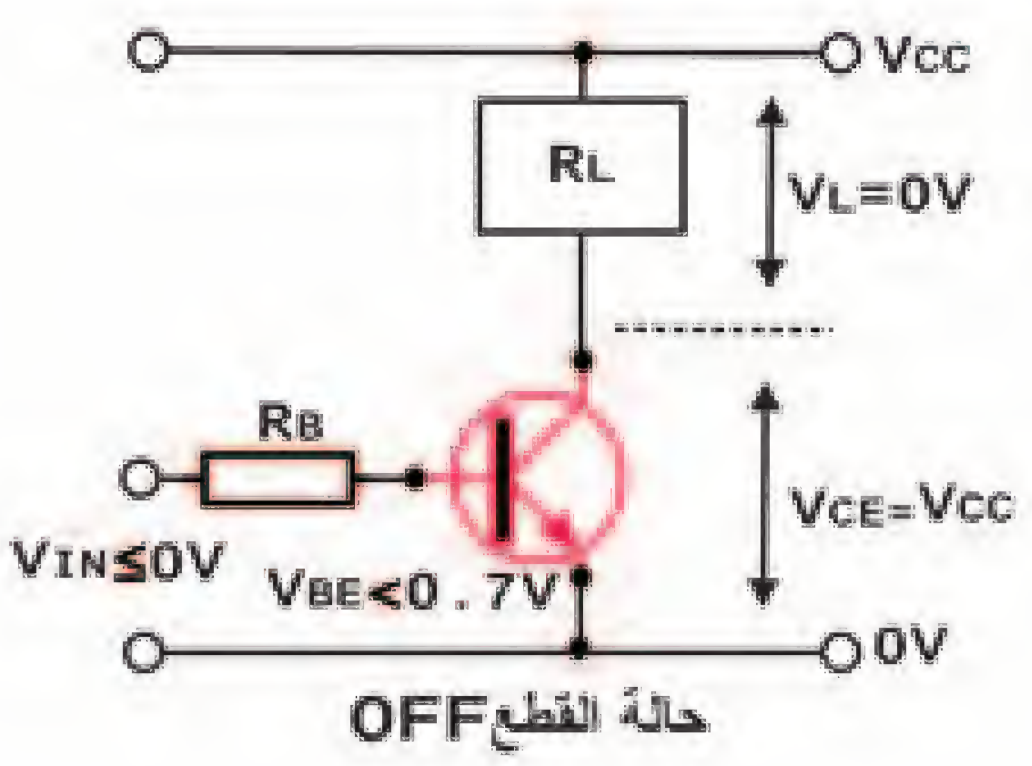


الترانزستور في حالتي القطع والاشباع

2- دارة المفتاح الترانزستوري:

أ- حالة القطع (OFF):

عندما تكون قيمة جهد الدخل (V_{in})صفراً أو صغيرة إلى الحد الذي لا يسمح بمرور تيار القاعدة للترانزيستور (I_B= 0) يكون الترانزستور في حالة القطع ويكون جهد مجمعة مساوياً لجهد المصدر (V_{CC})، وبالتالي تكون قيمة فرق الجهد بين طرفي الحمل مساوية لصفر مما يؤدي إلى إطفائه إذا كان مصباحاً أو توقفه عن الدوران إذا كان محركاً .



Conditions in Cutoff شروط القطع

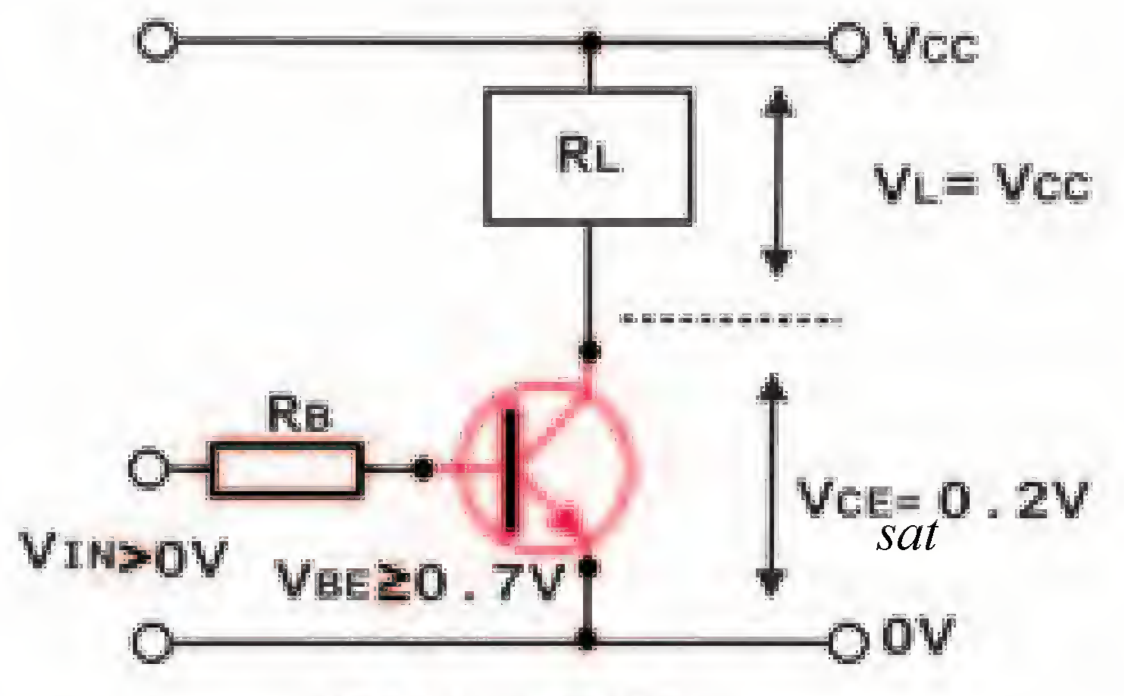
مما سبق دراسته نجد أن الترانزستور يصل إلي منطقة القطع عندما تكون وصلة القاعدة – الباعث في حالة عدم انحياز أمامي، وبإهمال تيار التسرب فإن جميع التيارات تساوي الصفر والجهد V_{CE} يساوي جهد المصدر V_{CC}.

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC}$$

ب)– حالة التوصيل (ON):

عند تطبيق جهد الدخل V_{in} يسري تيار في دارة القاعدة للترانزيستور ، وعندما تكون قيمة هذا التيار مساوية أو أكبر من قيمة تيار القاعدة ألتشبعي للترانزيستور ، يتحول الترانزستور من حالة القطع إلى حالة التشبع وينخفض جهد مجمع الترانزستور إلى قيمة صغيرة جداً (0.2فولت تقريباً) . ويصبح جهد المصدر (V_{CC})مطبق بكامله على الحمل ، ويسري تيار المجمع(I_C) الكبير نسبياً عبر الحمل فيضيء إذا كان مصباحاً أو يدور إذا كان محركاً .

يمكن تحليل هذه الدارة وكتابة المعادلات التي تحكم عملها في حالة التوصيل على النحو الأتي :



حالة التوصيلON

■ بالنسبة لدارة المجمع الباعث :

$$V_{CC} = I_{C_{sat}} \times R_L + V_{CE\,sat}$$

$$V_{CC} = I_{C_{sat}} \times R_L + 0.2$$

$$I_{C_{sat}} = \frac{V_{CC} - 0.2}{R_L}$$

حيث أن :

V_{CC} : جهد مصدر التغذية .

R_L : مقاومة الحمل بالأوم .

$I_{C_{sat}}$: تيار المجمع التشبعي .

■ بالنسبة لدارة القاعدة الباعث :

$$V_{in} = I_{B_{sat}} \times R_B + V_{BE}$$

$$V_{in} = I_{B_{sat}} \times R_B + 0.7$$

$$I_{B\,sat} = \frac{V_{in} - 0.7}{R_B}$$

$$R_B = \frac{V_{in} - 0.7}{I_{B\,sat}}$$

وتعطى العلاقة بين تيار المجمع التشبعي و تيار القاعدة ألتشبعي بالمعادلة :

$$ß = \frac{I_{Csat}}{I_{B\,sat}}$$

حيث: h_{FE} كسب التيار للترانزيستور في حالة التشبع ، وتكون قيمته اقل بكثير من قيمة كسب التيار في منطقة التشغيل الخطية ، وعادة تكون قيمته نصف قيمة كسب التيار الصغرى المعطى في لوحة بيانات الترانزستور .

Conditions in Saturation شروط التشبع

- من دراستنا السابقة نجد أن الترانزستور يصل إلي منطقة التشبع إذا كانت وصلة القاعدة الباعث في حالة انحياز أمامي وقيمة تيار القاعدة عالية بما يكفي لوصول تيار المجمع إلي أقصي قيمة، وتيار التشبع يعطي بالمعادلة التالية:

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_C}$$

قيمة الجهد $V_{CE(sat)}$ تكون صغير جداً بالمقارنة بقيمة جهد المصدر V_{CC} وفي العادة يتم إهمالها.

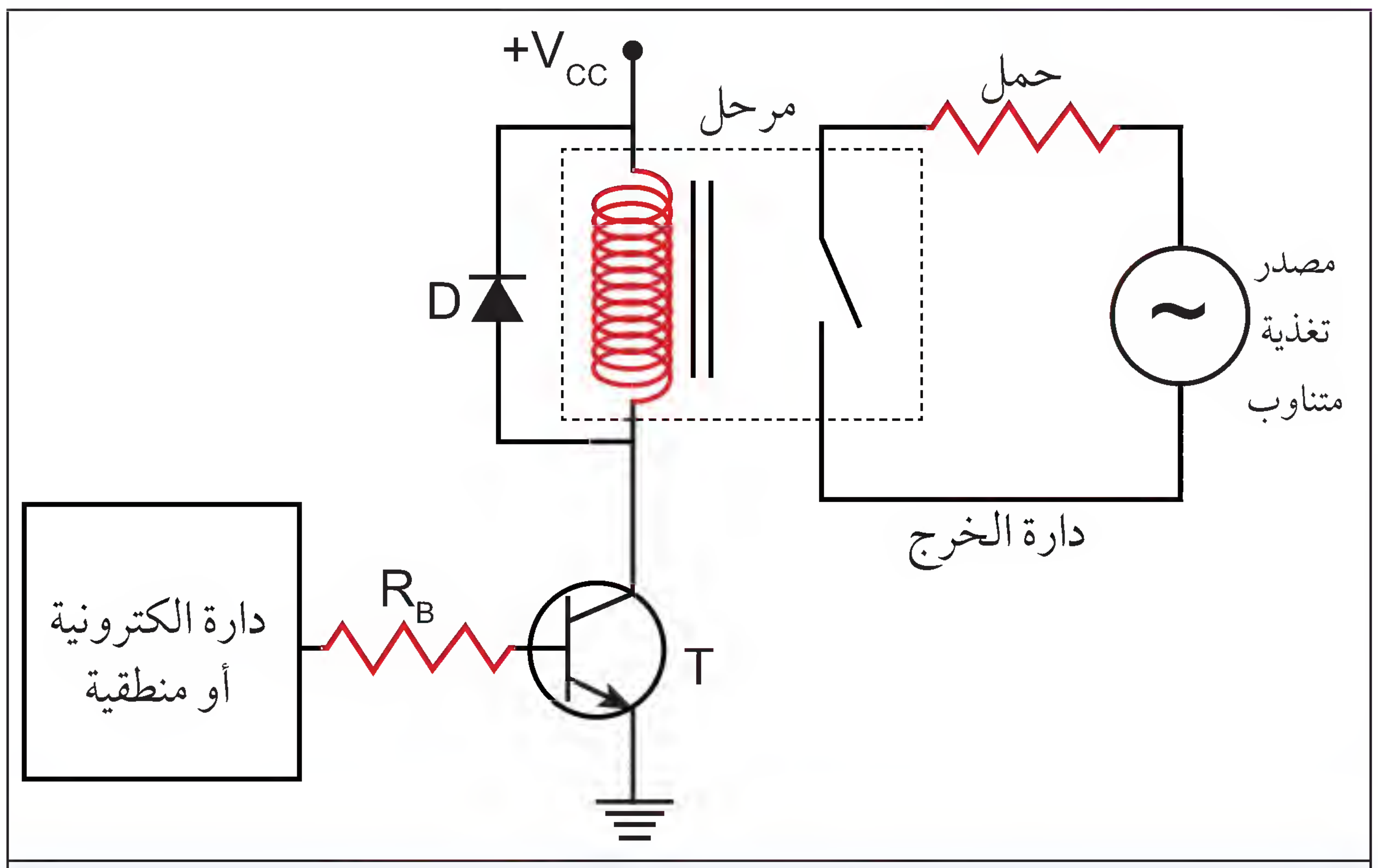
القيمة الصغرى لتيار القاعدة التي ينتج عندها التشبع تعطي بالعلاقة التالية:

$$I_{B(min)} = \frac{I_{C(sat)}}{\beta_{dc}}$$

للتأكد من الوصول لمنطقة التشبع لابد أن يكون I_B أعلي من $I_{B(min)}$.

3- ربط دارات منطقية مع الأحمال باستخدام المرحل:

يبين الشكل (4) دارة التحكم باستخدام ترانزستور ومرحل حيث يتحكم بالحمل عن طريق الترانزستور والمرحل (relay)، تعمل الدارة المنطقية (أو الالكترونية) على توصيل المفتاح الترانزستوري، مما يؤدي إلى مرور تيار المجمع بملف المرحل، وينتج عن ذلك غلق ملامسات المرحل ثم مرور تيار بدارة الحمل.



شكل (4): الموائمة باستخدام مرحل

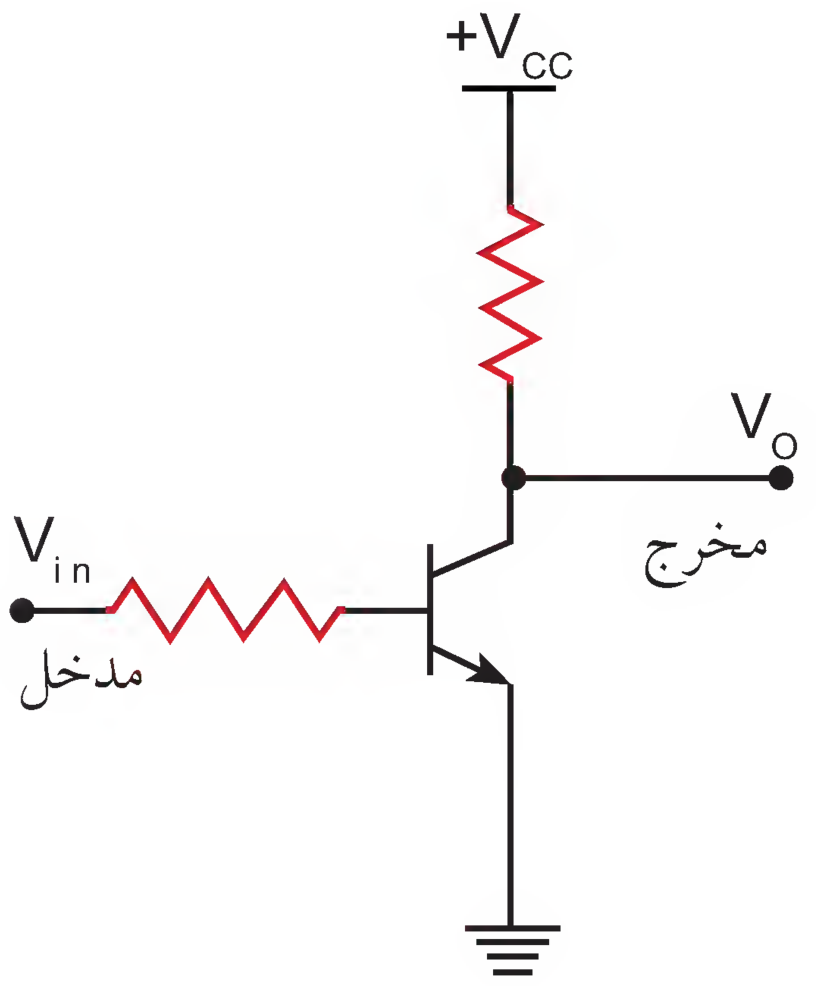
لماذا يستخدم الترانزستور هنا ؟

إن ملف المرحل يحتاج إلى تيار عالٍ لا تستطيع الدارات المنطقية توفيره، لذلك يستخدم الترانزستور لتضخيم تيار دارة التحكم (الدارة الالكترونية أو المنطقية) بحيث يمكن أن يعمل المرحل على توصيل دارة الحمل بشكل فعال. و يعمل الثنائي الموصول بالتوازي مع المرحل على حماية الدارة من التيارات الراجعة عند القطع المفاجئ للترانزستور.

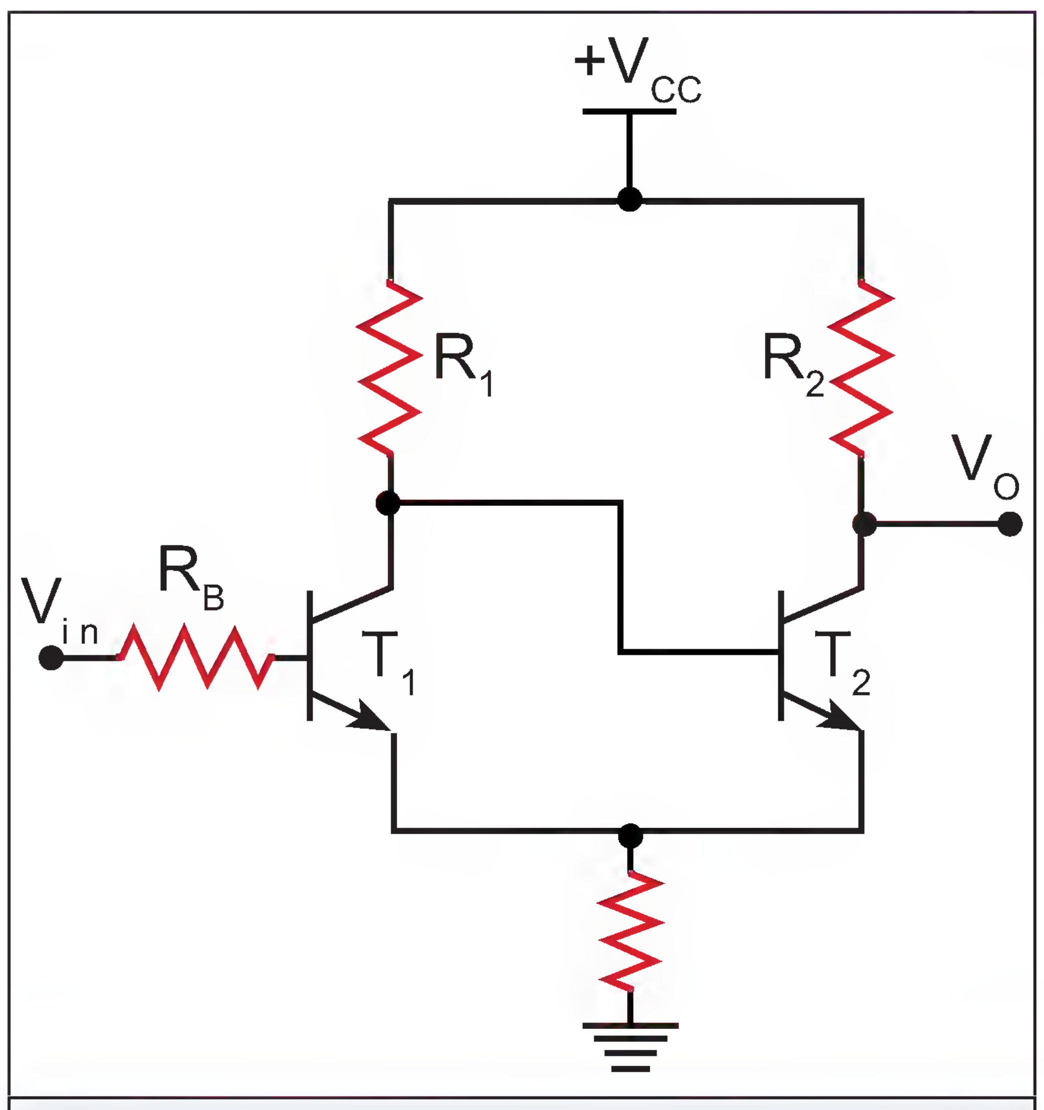
4 – البوابات المنطقية :

يمكن الاستفادة من حالة الوصل و الفصل للترانزستور في عمل الدارت المنطقية حيث تعتبر حالة الوصل الحالة المنطقة 1 و تكون حالة الفصل الحالة المنطقة 0 .

من الأمثلة على ذلك الدارة المنطقية «لا NOT» حيث تكون حالة المخرج معاكسة لحالة المدخل ويوضح الشكل التالى الدارة المنطقية لا Not باستخدام الترانزستور .



5- دارة تشكيل النبضات الكهربائية (قادح شميت Schmitt Trigger)



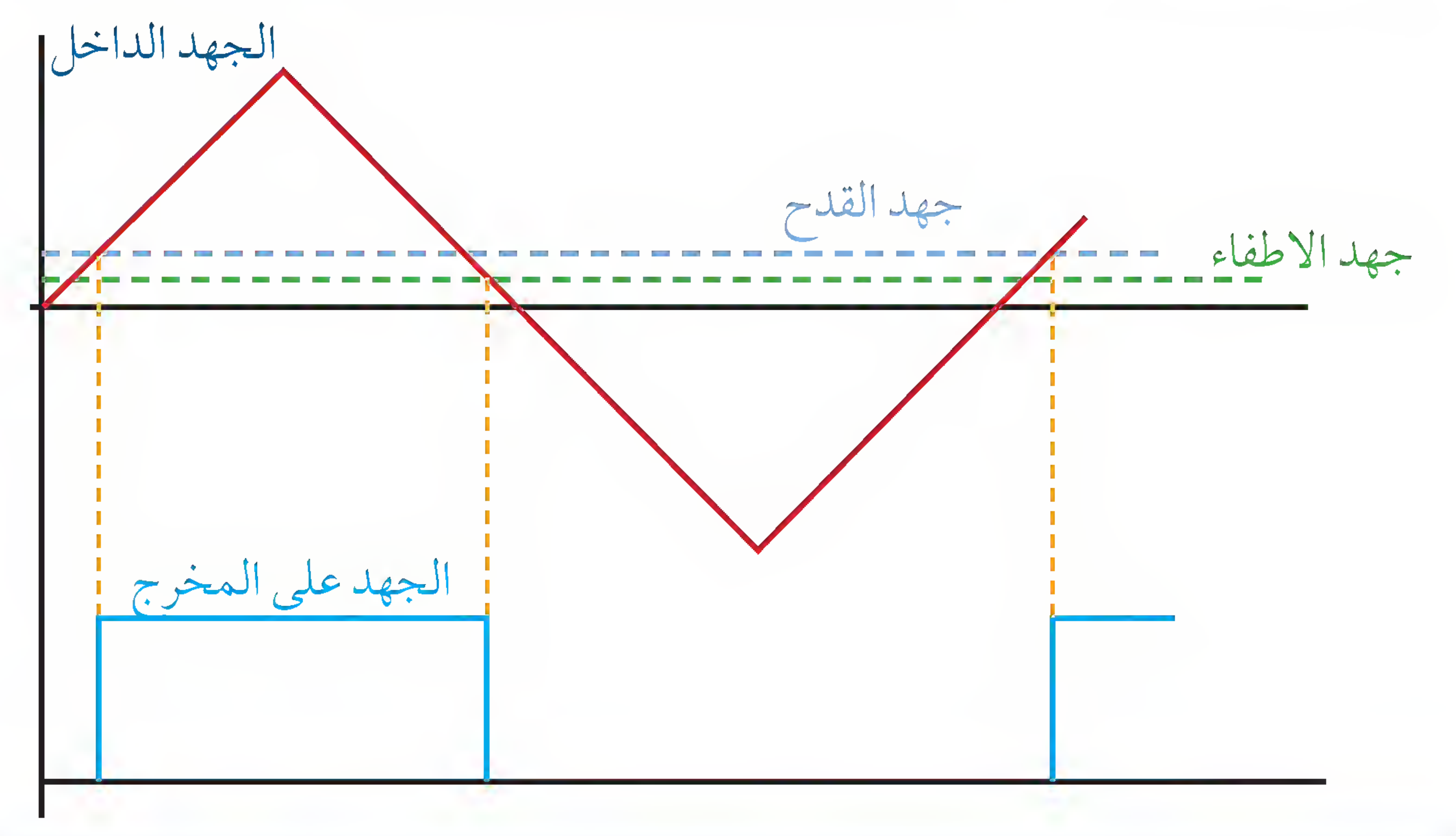
شكل (5) : قادح شميت

هي دارة تستخدم لإعادة تشكيل النبضات الكهربائية ذات الحافات غير الحادة مما يمكن الحصول على موجات مربعة أو مستطيلة بغض النظر عن شكل موجة الدخل الأصلية . و يبين الشكل (5) تركيب الدارة .

مبدأ العمل : عند غياب إشارة المدخل V_{in} أو انخفاض في جهد القدح يكون الترانزستور T_1 في حالة قطع وترتفع فولطية مجمعه ، مما يؤدي إلى عمل الترانزستور T_2 بحيث يصبح في حالة الوصل . فيكون جهد الخرج يساوي تقريباً الصفر .

وعند ارتفاع فولطية المدخل V_{in} (بحيث تكون أكبر من فولطية القدح للترانزستور T_1 يصبح الترانزستور T_1 في حالة التوصيل وتنخفض فولطية مجمعه ، مما يؤدي إلى فصل الترانزستور T_2 وتحوله القطع ، فيكون جهد الخرج يساوي جهد المصدر . وهكذا .

فتكون فولطية الخرج بين قيمة عظمى هي V_{cc} وقيمة صغرى تقريباً صفر . ويوضح الشكل (4) مثال على إشارة الدخل و كيف تكون إشارة الخرج .



شكل (4)

6- القدرة المبددة في المفتاح الترانزستوري:

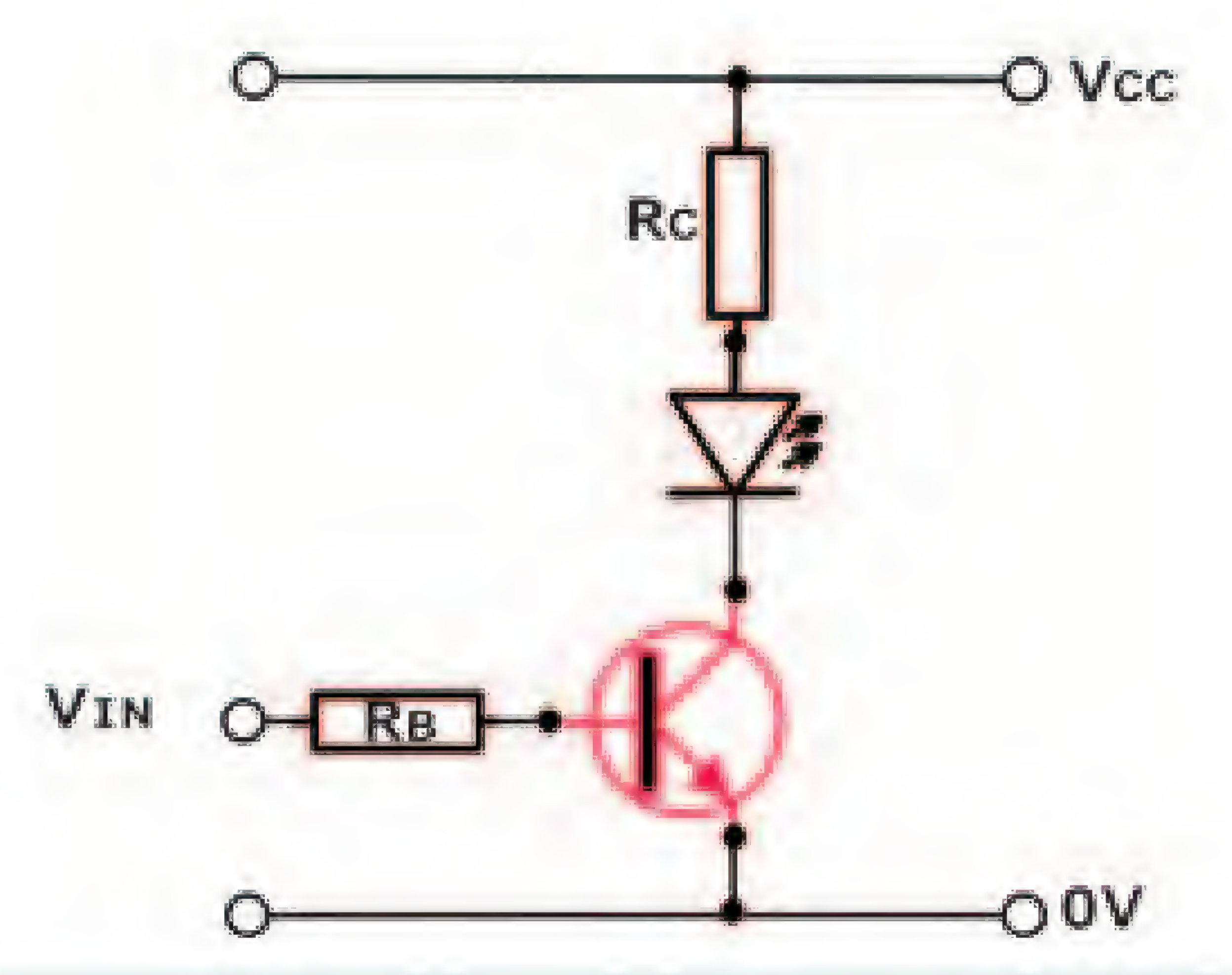
بصورة عامة، القدرة المبددة في الترانزستور تساوي حاصل ضرب تيار المجمع(I_C) بجهد المجمع الباعث V_{CE}، أي: $P = I_C \times V_{CE}$

وعندما يكون الترانزستور في حالة القطع تكون قيمة تيار المجمع منخفضة جداً ، وبالتالي تكون قيمة القدرة المبددة في الترانزستور منخفضة جداً أيضاً . وعندما يكون الترانزستور في حالة الوصل تكون قيمة جهد المجمع الباعث منخفضة جداً (0.2فولت تقريباً)، وبالتالي تكون قيمة القدرة المبددة في الترانزستور منخفضة جداً أيضاً .

وهكذا نستنتج أن القدرة المبددة في الترانزستور عند عمله كمفتاح منخفضة جداً .

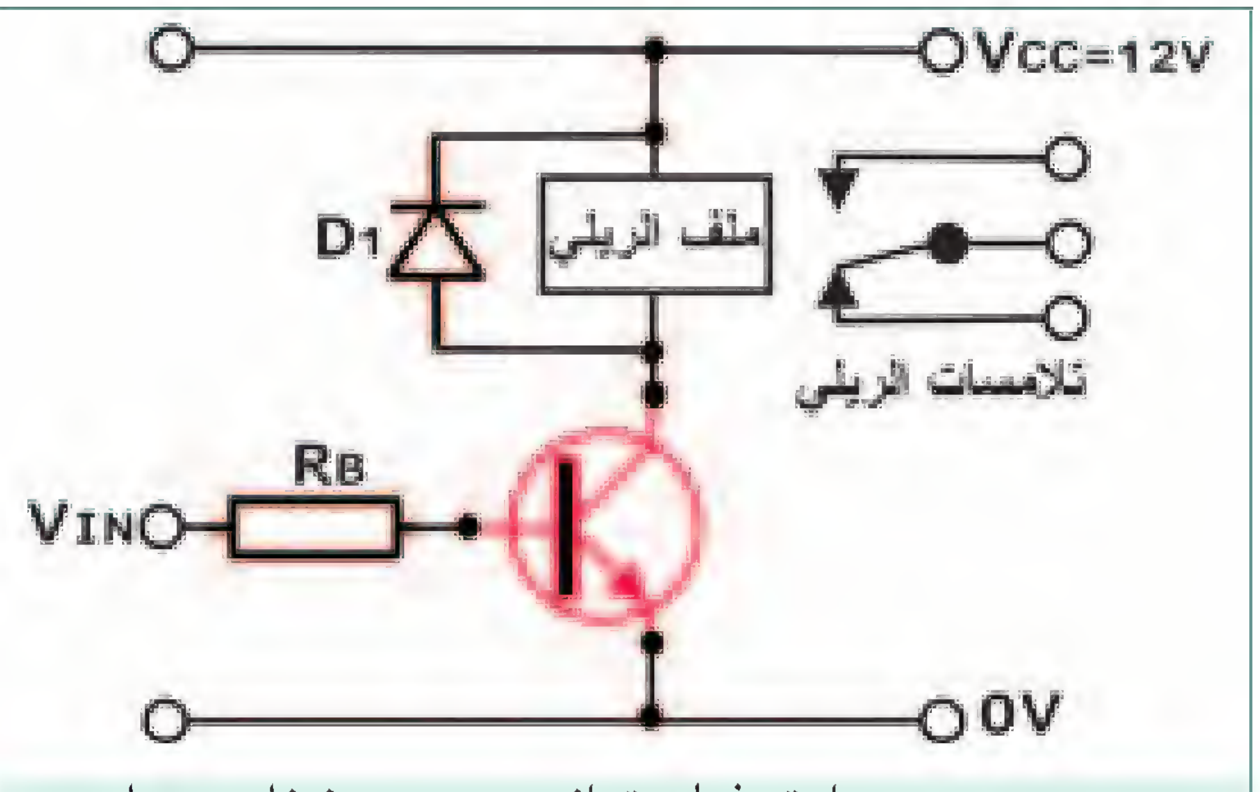
7- تطبيقات المفاتيح الترانزستورية:

للمفاتيح الترانزستورية تطبيقات واسعة من أهمها تشغيل مصابيح الإشارة، والثنائيات المشعة للضوء (LED)



مشغل ثنائي مشع للضوء

كما تستخدم المفاتيح الترانزستورية لربط دارات القدرة ذات **التوترات** العالية بالدارات الإلكترونية ذات **التوترات** المنخفضة، وكمثال على ذلك يبين الشكل دارة تحكم بحمل كهربائي عن طريق مفتاح ترانزيستور ومرحل (Re-.lay) يمكن أن تعمل الدارة الإلكترونية (ميكروكمبيوتر مثلاً) على توصيل المفتاح الترانزستوري مما يؤدي إلى مرور تيار المجمع عبر ملف المرحل. وينتج عن ذلك غلق ملامسات المرحل ومرور التيار في الحمل الكهربائي، وهو في الغالب حمل صناعي كأن يكون محركاً أو عنصر تسخين أو مصباح إنارة.

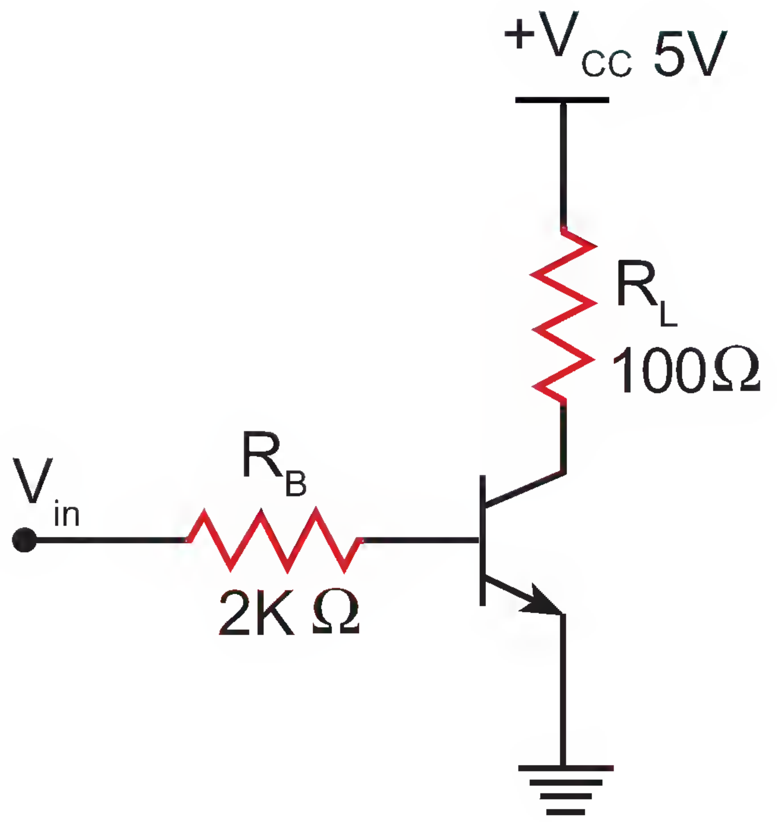


دارة مفتاح ترانزيستوري يشغل مرحل كهرومغناطيسي

يعمل الثنائي(D) على منع تولد جهد عكسي عالي بين طرفي ملف المرحل عندما يقوم الترانزستور بقطع التيار المار في الملف بصورة فجائية. في حالة عدم استخدام هذا الثنائي يتولد جهد عكسي عالي بين طرفي ملف المرحل قد يؤدي إلى تلف الترانزستور.

مثال :

احسب قيمة المقاومة R_B في الدارة المبينة في الشكل **التالى** إذا كان $\beta = 10$



الحل:

من المعروف في حالة التشبع يكون $V_{CE} = 0.2$ V و $V_{BE} = 0.7$ V

حيث يكون I_C :

$$I_{C(SAT)} = \frac{V_{CC} - 0.2}{R_L} = \frac{12 - 0.2}{50} = 0.236A$$

و يمكن حساب تيار التشبع من معامل كسب التيار $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{0.236}{10} = 23.6mA$$

و عليه تكون قيمة المقاومة RB :

$$R_B = \frac{V_{in} - 0.7}{I_B} = \frac{5 - 0.7}{23.6m} = 182.2\Omega$$

مثال

احسب قيمة جهد الدخل V_{in} اللازم لوضع الترانزستور في حالة التشبع في الدارة المبينة في الشكل (٣٠).

إذا كان معامل الكسب يساوي $\beta = 15$

الحل :

يمكن حساب تيار المجمع :

$$I_{C(SAT)} = \frac{V_{CC} - 0.2}{R_L} = \frac{5 - 0.2}{100} = 49.8 = 5mA$$

و يكون تيار القاعدة :

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{50\ m}{15} = 3.3mA$$

و يتم حساب جهد الدخل كا يلي :

$$V_{in} = I_B \times R_B + 0.7 = 3.3m \times 2\ k + 0.7 = 7.3\ V$$

10- تحسين دارة المفتاح الترانزستوري :

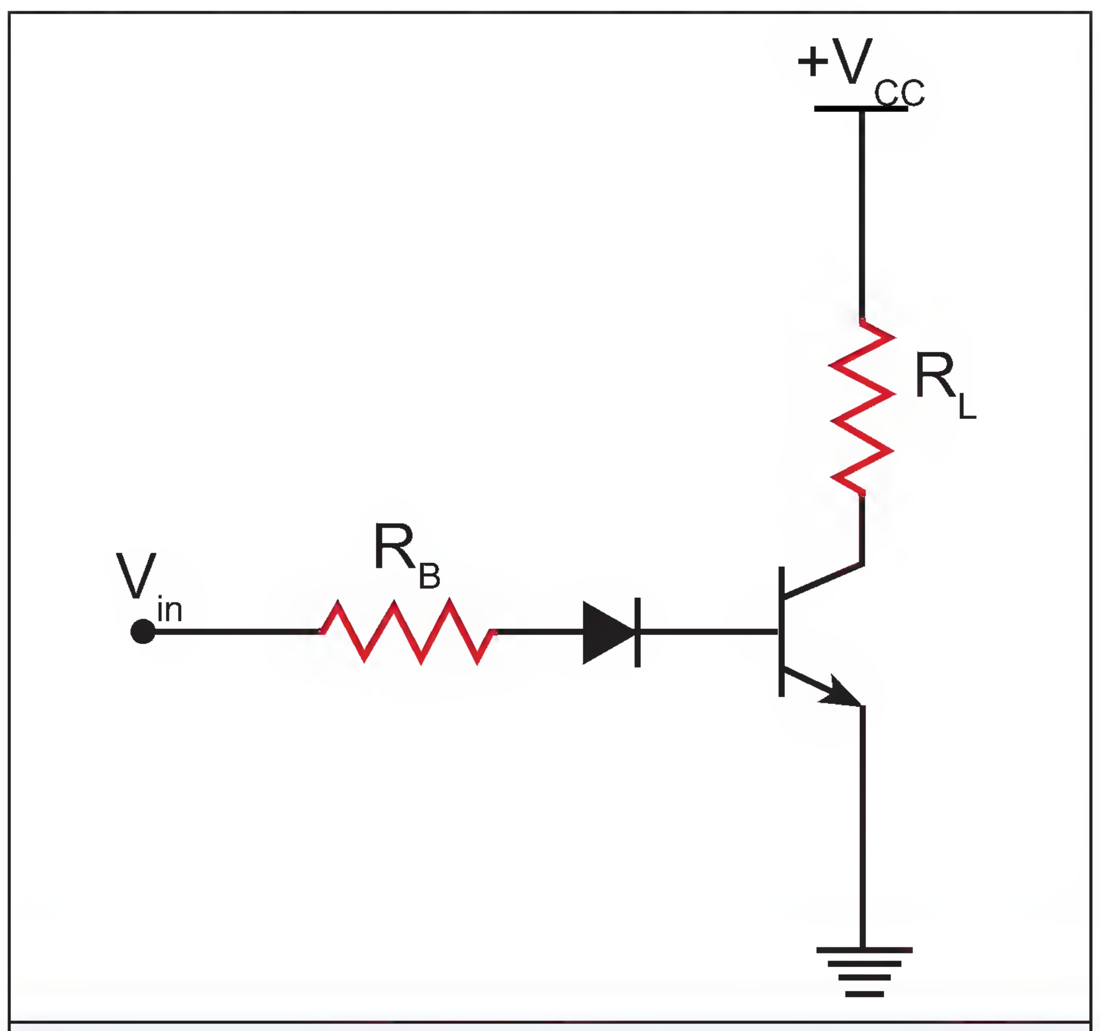
يمكن تحسين دارة المفتاح الترانزستوري بإضافة عنصر أو أكثر ، ويهدف ذلك إلى تحسين أداء الدارة في التطبيقات المختلفة و من هذه التعديلات : -

التعديل بهدف ضمان عمل الترانزستور في منطقة القطع :

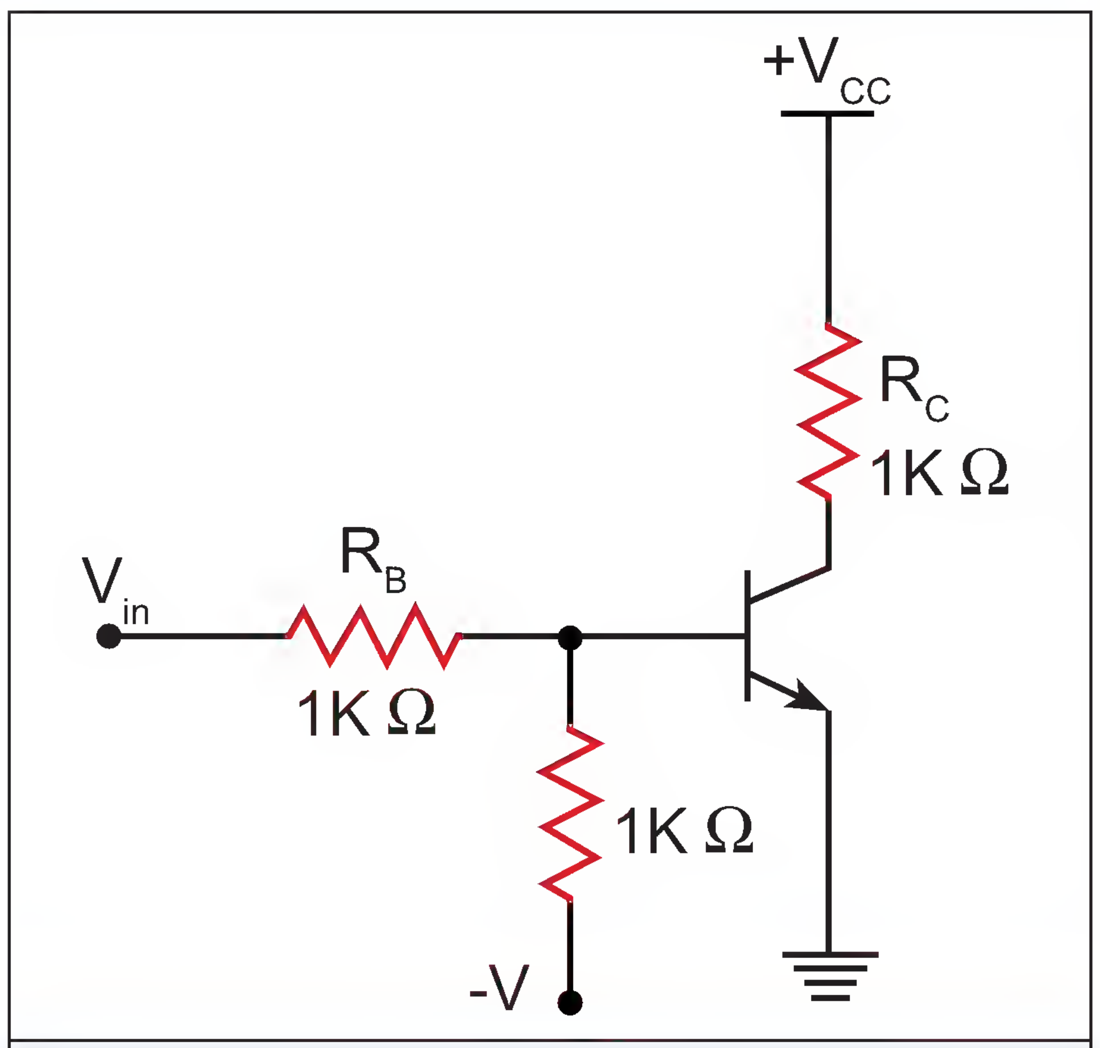
لضمان عمل الترانزستور في حالة المفتاح الترانزستوري مع توفير جهد ذو هامش للتغير للحفاظ على العمل . فعند انخفاض فولطية الدخل V_{in} بحث يكون تيار القاعدة أكبر قليلاً من الصفر ، فإن الترانزستور لا ينتقل إلى منطقة القطع ، بل يكون في المنطقة الفعالة . و يمكن التخلص من هذه الفولطيات الصغيرة بطريقتين :

أ- إضافة الثنائي إلى قاعدة الترانزستور كما في الشكل بهذه الطريقة يتم منع الفولطيات المنخفضة من تشغيل الترانزستور و يتم ضمان إطفائه ، ولكن يجب تعويض الجهد على الثنائي في فولطية الدخل .

ب- إضافة مقاومة مع فولطية سالبة إلى دارة القاعدة حيث تعمل هذه الإضافة على استمرارية الترانزستور في حالة القطع ، وذلك من خلال فولطية سالبة على القاعدة حتى وإن كانت فولطية الدخل أكبر من الصفر ، أما عند ارتفاع فولطية الدخل ، فإن فولطية القاعدة تصبح موجبة مما يترتب عليه انتقال الترانزستور إلى حالة التوصيل التام - التشبع - .



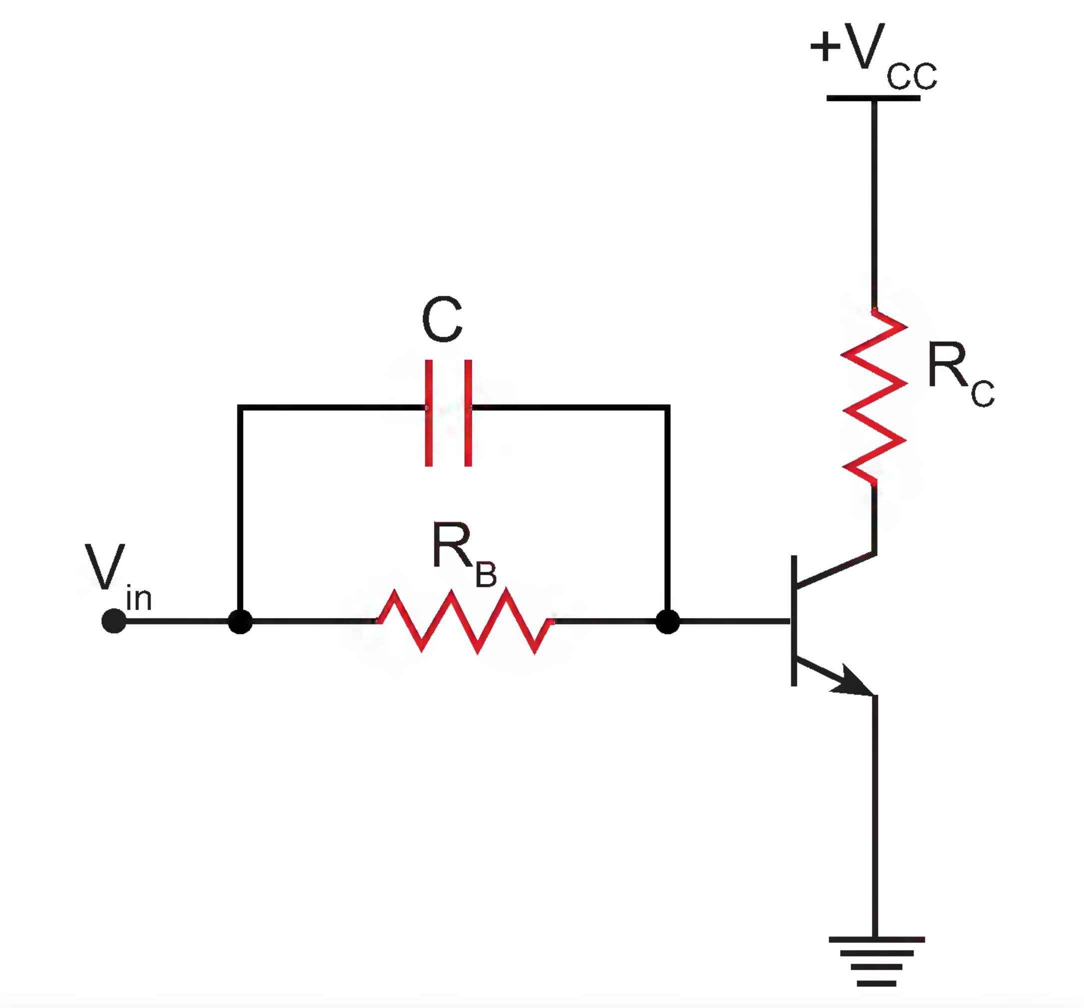
اضافة ثنائي



اضافة مقاومة مع جهد سالب

التعديل بهدف تحسين الاستجابة :

يمكن تحسين الاستجابة لتغيرات إشارة الدخل V_{in} عن طريق إضافة المواسع C لزيادة استجابة دارة المفتاح في حالتي الوصل و الفصل كما هو مبين في الشكل



تحسين الاستجابة

المفتاح الترانزستوري

ترانزستور تأثير المجال: Field Effect Transistor

الوحدة

وضعية تعليمية

تعــريــف

ترانزستور تأثير المجال هو عنصر ذو ثلاثة أطراف هي : المنبع (S0URCE) والمصرف (DRAIN)والبوابة (GATE)وهذه الأطراف تقابل الباعث والمجمع والقاعدة، على الترتيب، في الترانزستور العادي .

ان التيار بين المنبع والمصرف في ترانزستور تأثير المجال تتحكم فيه الفولطيه المطبقة على البوابة، في حين يتحكم بالتيار بين الباعث والمجمع تيار القاعدة . أي أن الترانزستور FET يتحكم فيه بالجهد بينما الترانزستور العادي يتحكم فيه بالتيار .

يعرف ترانزستور تأثير المجال بالترانزستور أحادي القطبية تميزا له عن الترانزستور ثنائي القطبية، لأن التيار المار خلاله يتكون من نوع واحد من حاملات الشحنة، وهي الالكترونات في ترانزستور تأثير المجال بالقناة السالبة، أو الفجوات في ترانزستور تأثير المجال بالقناة الموجبة، بينما ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية والذي تم شرحه نجد أن التيار المار خلاله يتكون من كلا النوعين الالكترونات والفجوات .

مميزاته:

كما يمتاز ترانزستور تأثير المجال على الترانزستور العادي بما يلي :

1. يبدي مقاومة مدخل عالية (عدة ميجا أوم)، لأنه يعتمد على فولطية المدخل بعكس ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية الذي يعتمد على تيار المدخل .
2. تصنيعه أسهل، ويحتل مساحة أصغر في الدارات المتكاملة .
3. مستوى الشوشرة منخفض بالمقارنة مع ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية .
4. لا يتأثر بالحرارة مثل ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية .

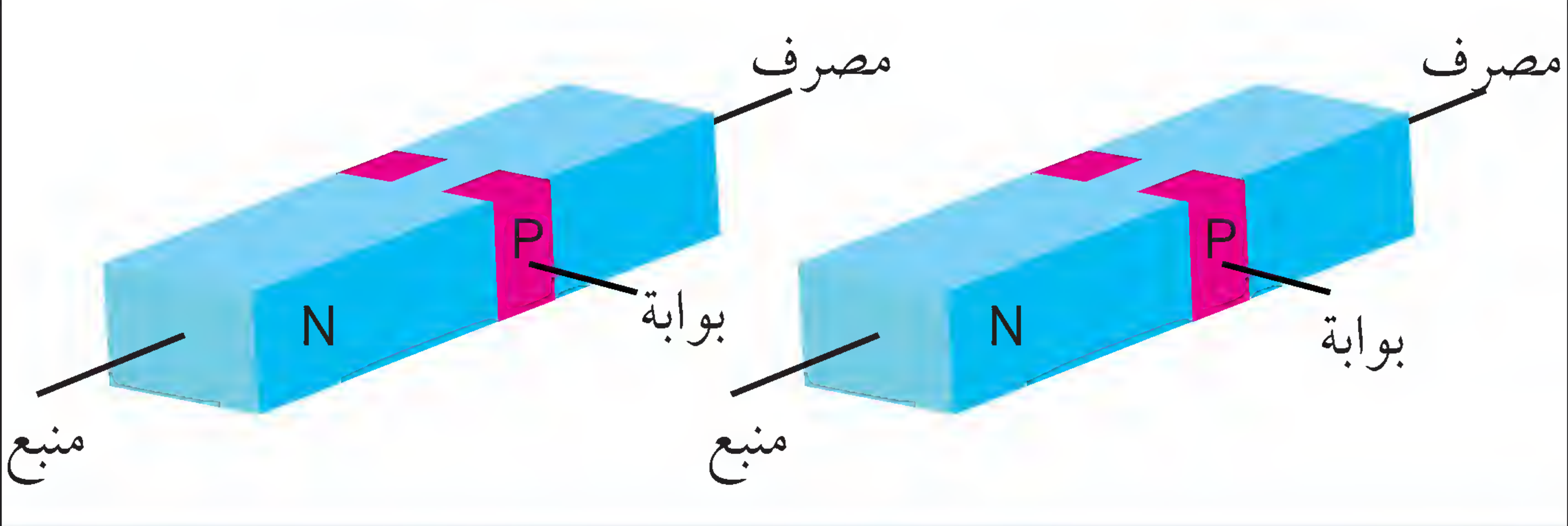
انواعه:

1. ترانزستور تأثير المجال ذو الوصلة .(Junction FET:JFET)
2. ترانزستور تأثير المجال نوع الأكسيد المعدني (MOSFET) : هذا الاسم يعود إلى بنية الترانزستور، حيث يتكون من ثلاث طبقات : طبقة معدنية (Metal)، طبقة من أكسيد السيليكون (Oxide)، طبقة نصف موصل (Semiconductor).

ترانزستور تأثير المجال ذو الوصلة

يوجد صنفان رئيسيان من ترانزستور تأثير المجال ذي الوصلة (JFET) وذلك حسب تكوين هذه الترانزستورات، كما يوضح الشكل، وهما :

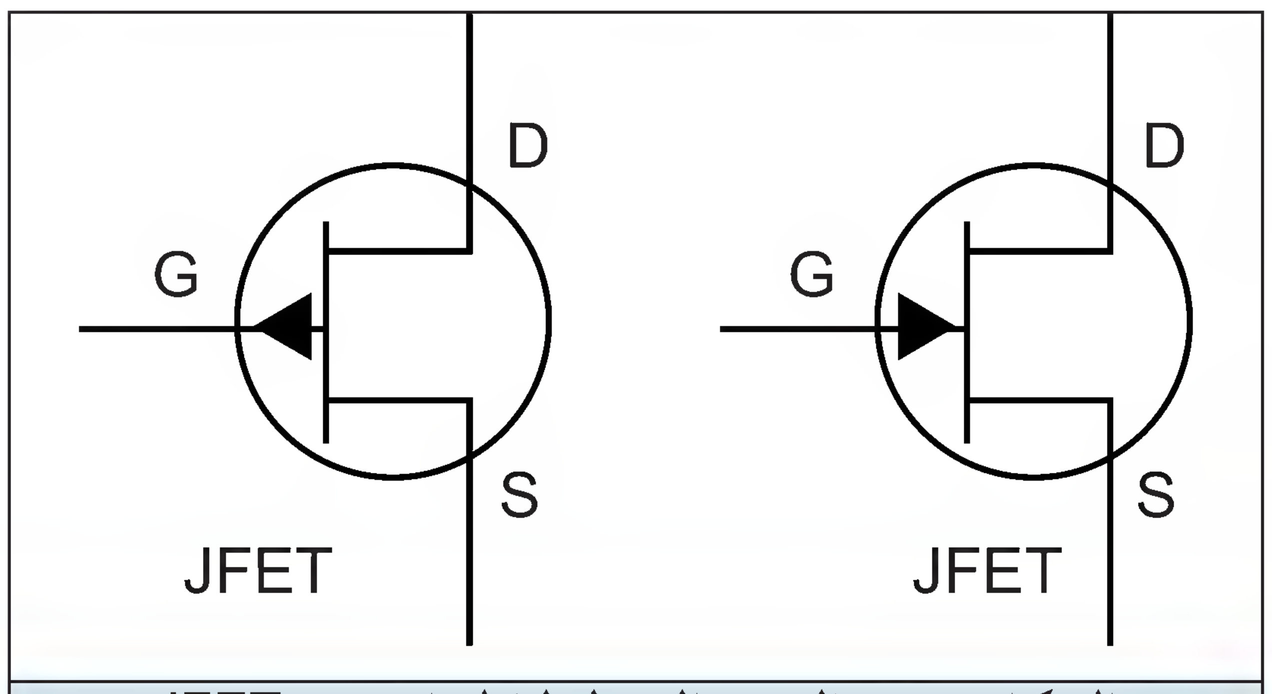
- ترانزستور JFET بالقناة السالبة. (N)
- ترانزستور JF ET بالقناة الموجبة. (P)



الشكل : تركيب ترانزستور(JFET)

ويبين الشكل التالى التركيب الأساسي للترانزستور JFET بالقناة السالبة (N) ويتكون من شريحة من النوع (N)، تتصل بها أسلاك المنبع (S: Source)والمصرف (D: Drain)تدعى هذه الشريحة باسم القناة (Channel) ويجري عبرها تيار الإلكترونات من المنبع إلى المصرف . ينشر على جانبي شريحة القناة وبعمق معين مادة من النوع (P)، يتصل بها طرف سلكي يسمى البوابة (G: Gate)، وهكذا تتشكل وصلة (PN)بين مادة البوابة (P)ومادة القناة و.(N)يبين الشكل (١) أيضاً التركيب الأساسي لترانزستور تأثير المجال ذو الوصلة بالقناة الموجبة (P)، إذ أن مادة القناة من النوع (P)ومادة البوابة من النوع (N) .

ويبين الشكل رمز ترانزستورJFET، وتلاحظ أن رأس السهم على سلك البوابة يتجه داخل الترانزستور بالقناة السالبة، ويتجه خارج الترانزستور بالقناة الموجبة. ونذكر القارئ بأن رأس السهم يشير دائماً إلى المادة من النوع (N)، تماماً كما هو الحال في الترانزستور العادي والثنائي. ويكون السهم في منتصف الخط العامودي الذي يمثل القناة، أو على طرف القناة بالقرب من طرف المنبع.



الشكل : الرموز التخطيطية لترانزستورJFET

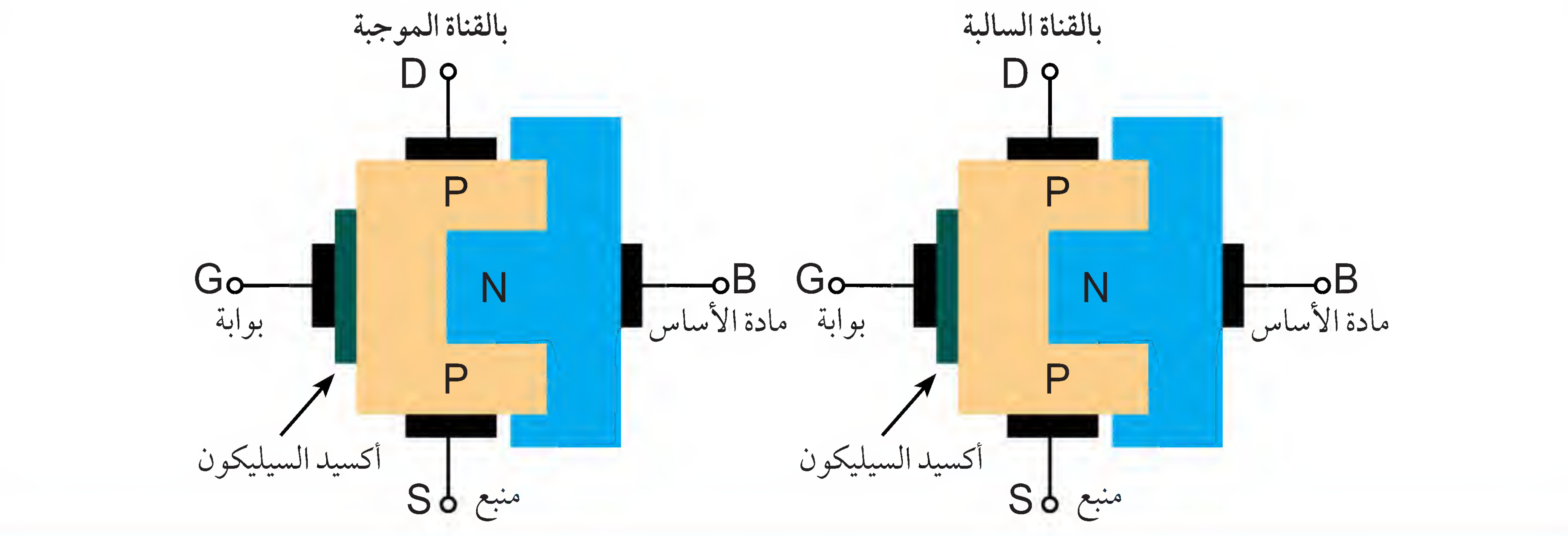
يطلق أيضا على هذا الترانزستور اسم ترانزستور تأثير المجال ذو البوابة المعزولة (Insulated Gate FET)، لأن بوابة الترانزستور المعدنية تكون معزولة عن القناة بطبقة عازلة من أكسيد السيليكون، مما يجعل مقاومة دخل هذا الترانزستور عالية جداً. وهناك نوعان من ترانزستور MOSFET، وهما:

أ . ترانزستور MOSFET الاستنزافي. (Depletion Mode MOSFET :**DEMOSFET**)

ب . ترانزستور MOSFET التعزيزي. (Enhancement Mode MOSFET :**EMOSFET**)

أ . ترانزستور MOSFET الاستنزافي :(DEMOSFET)

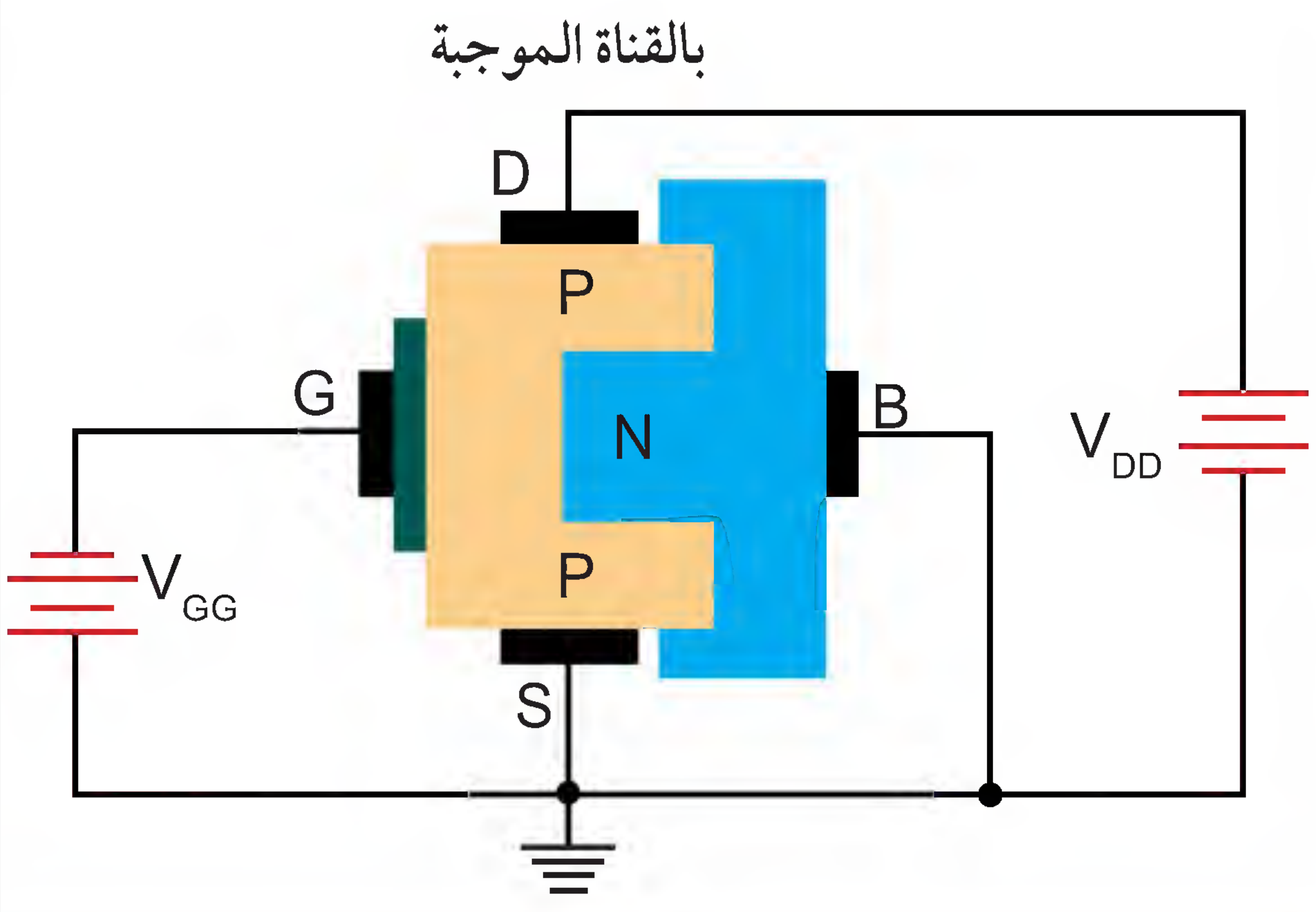
ويبين الشكل التالي بناء الترانزستور DEMOSFET بالقناة السالبة (N)، وبناء الترانزستور DEMOSFET بالقناة الموجبة(P). ونلاحظ أن المنبع والمصرف منتشر في مادة الأساس للترانزستور، ويتصل المنبع والمصرف مع بعضهما بقناة ضيقة ملامسة للبوابة المعزولة، ونلاحظ من الشكل أن البوابة معزولة عن القناة بطبقة من ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2). فالقناة والبوابة تشكلان لوحي مواسع، ويشكل أكسيد السيليكون الطبقة العازلة بينهما.



الشكل : تركيب ترانزستور MOSFET الاستنزافي.

وستعرف هنا على مبدأ عمل ترانزستور MOSFET الاستنزافي بالقناة السالبة، إذ لا يختلف عن مبدأ عمل ترانزستور MOSFET الاستنزافي بالقناة الموجبة سوى أن فولطيات الانحياز تكون معكوسة.

أثناء التشغيل المعتاد للترانزستور MOSFET الاستنزافي بالقناة السالبة تطبق فولطية سالبه على المنبع وفولطية موجبة على المصرف، مما يؤدي إلى جريان تيار خلال القناة من المنبع إلى المصرف، لاحظ الشكل (5).

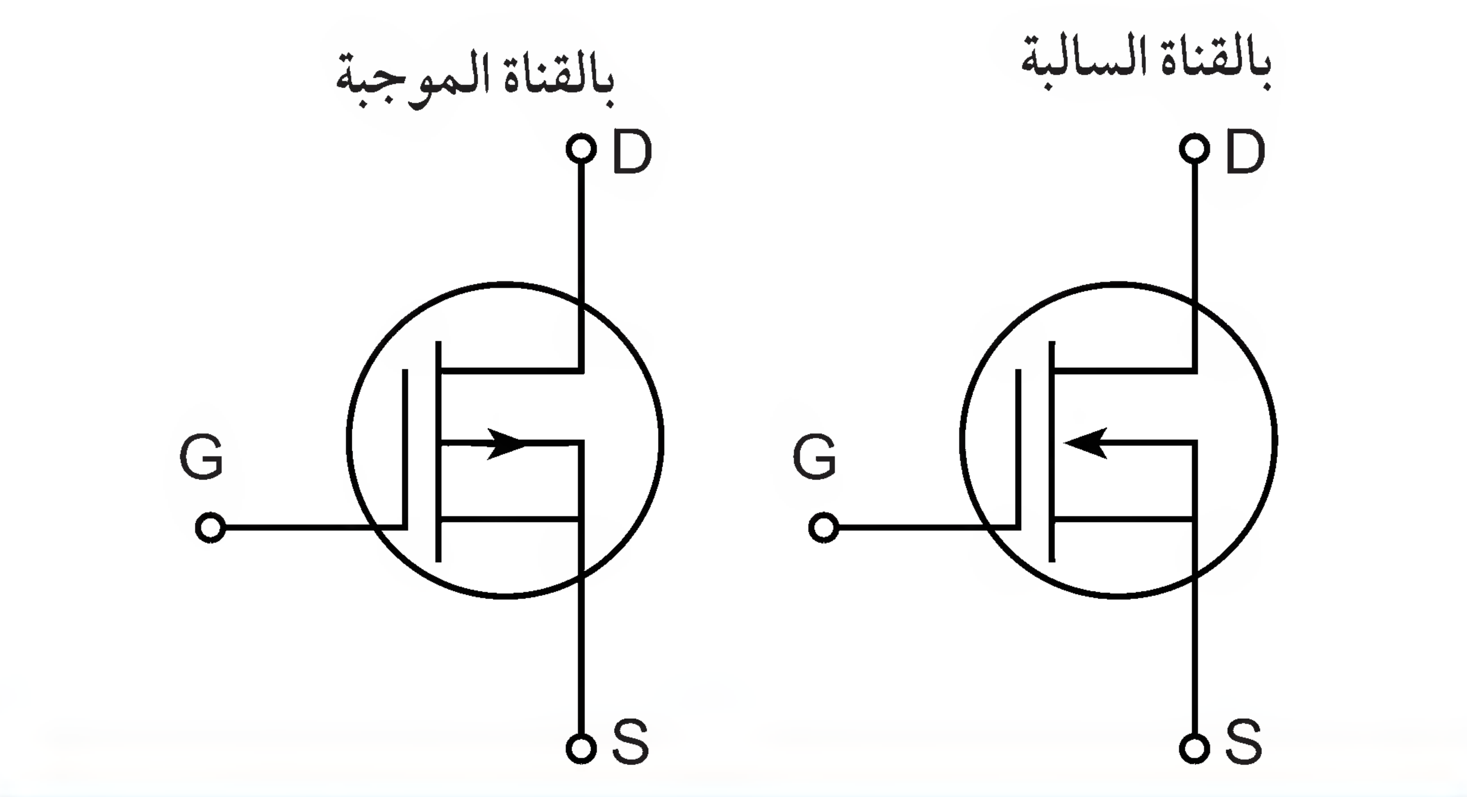


الشكل (5): تركيب ترانزستور MOSFET الاستنزافي.

إذا طبقت فولطية سالبة على البوابة، فإن الشحنة السالبة على البوابة سوف تدفع الالكترونات السالبة في القناة إلى منطقة الأساس الموجبة، نتيجة قوة التنافر بين تلك الالكترونات في القناة والشحنات السالبة على البوابة. ويسبب ذلك استنزافاً للإلكترونات في القناة، فتزيد مقاومة تلك القناة، ويقل التيار الذي يسري من مصدر الفولطية الموجب إلى المصرف ثم المنبع ، وزيادة الفولطية السالبة على البوابة ، يؤدي إلى زيادة مقاومة القناة ونقصان التيار وهكذا، وتعرف هذه الحالة بحالة

الاستنزاف للترانزستور .

أما إذا وصلت فولطية موجبة بالبوابة بدلاً من الفولطية السالبة . فإن ذلك يؤدي إلى زيادة الالكترونات في القناة فتزداد موصليتها (تقل مقاومتها) وبذلك يزداد التيار الجاري بين المصرف والمنبع . وتعرف هذه الحالة بالحالة التعزيزية للترانزستور . وعلى هذا فإن التيار بين المنبع والمصرف في ترانزستورMOSFET الاستنزافي يكون محكوماً بالفولطية السالبة أو الموجبة المطبقة على البوابة .



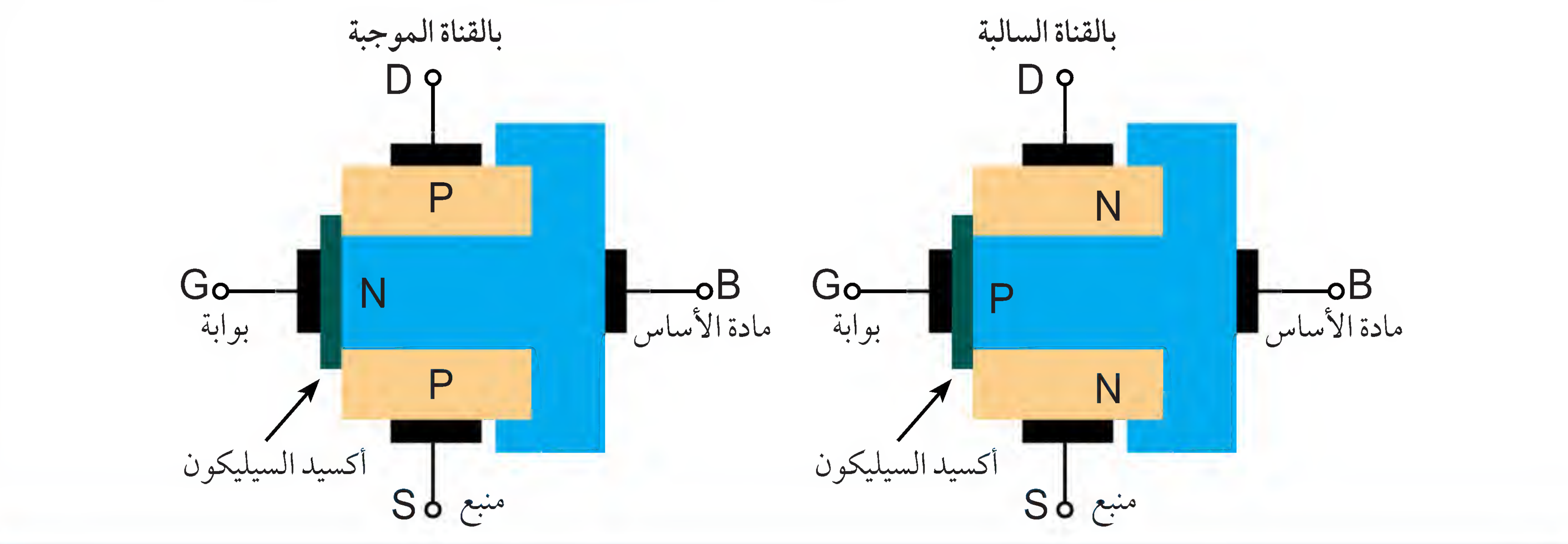
الشكل(6) : الرمز التخطيطي لترانزستور MOSFETالاستنزافي

يبين الشكل (6) الرمز التخطيطي لترانزستور MOSFETالاستنزافي . لاحظ أن البوابة تظهر معزولة عن القناة، ويميز طرف مادة الأساس بواسطة السهم، وكما هو الحال دائماً يشير السهم نحو المادة السالبة (N) حيث أن اتجاه السهم يكون إلى داخل الترانزستور بالقناة السالبة ويكون إلى خارج الترانزستور بالقناة الموجبة .

في الترانزستور المبين نلاحظ أن طرف مادة الأساس موصول مع طرف المنبع من الداخل، إلا أنه في بعض الترانزستورات يكون طرف مادة الأساس منفصلاً .

ب . ترانزستور MOSFET التعزيزي : (EMOSFET)

يختلف ترانزستور MOSFET التعزيزي في بنائه عن ترانزستور MOSFET الاستنزافي في أنه لا يحتوي على قناة فيزيائية . ونلاحظ من الشكل(7)أن مادة الأساس تمتد لغاية المادة الفاصلة على البوابة(أكسيد السيليكون)، ونلاحظ من الشكل كيفية بناء هذا الترانزستور، ففي الوضع الطبيعي، لا يسري تيار بين المنبع والمصرف إلا بعد أن تتشكل قناة وهمية بين المنبع والمصرف على خلاف ترانزستور MOSFET الاستنزافي الذي يحتوي على قناة فيزيائية ضمن بنائه باستمرار .

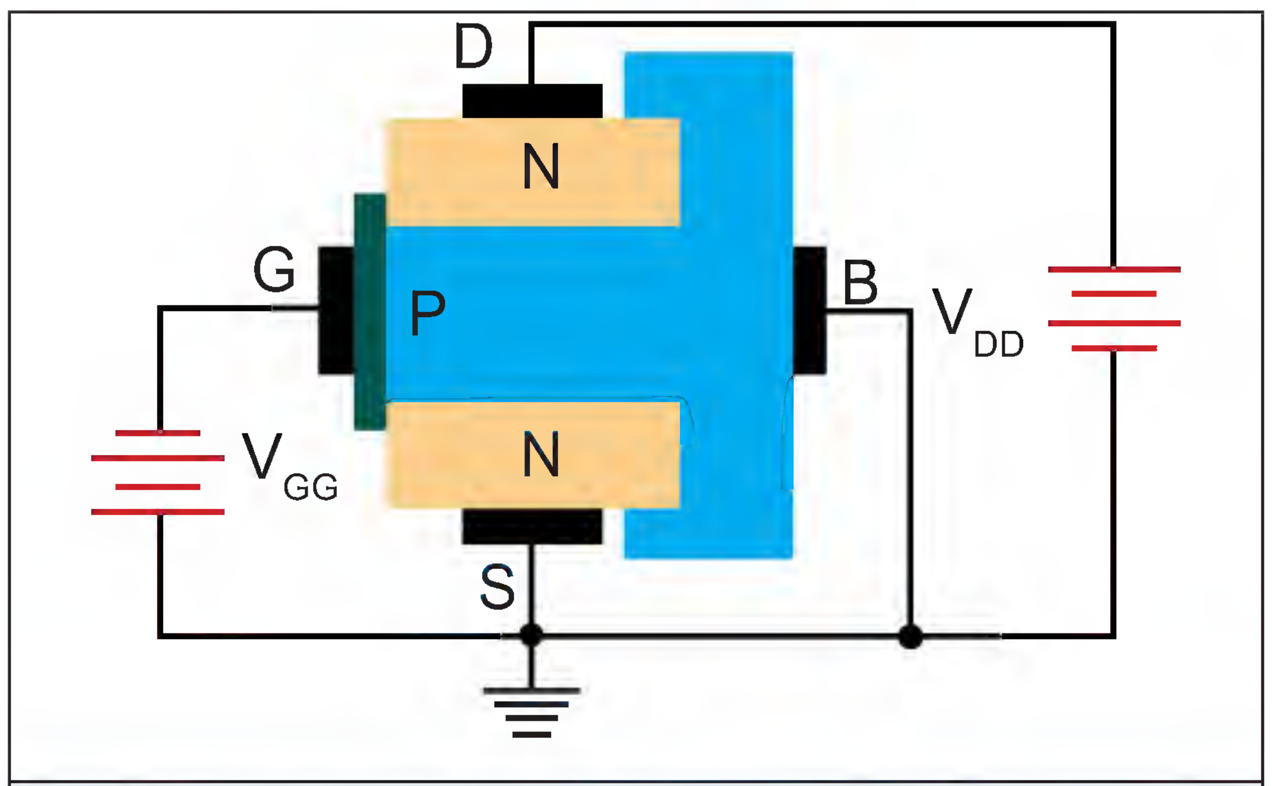


الشكل (7) : تركيب ترانزستور التعزيزي MOSFET .

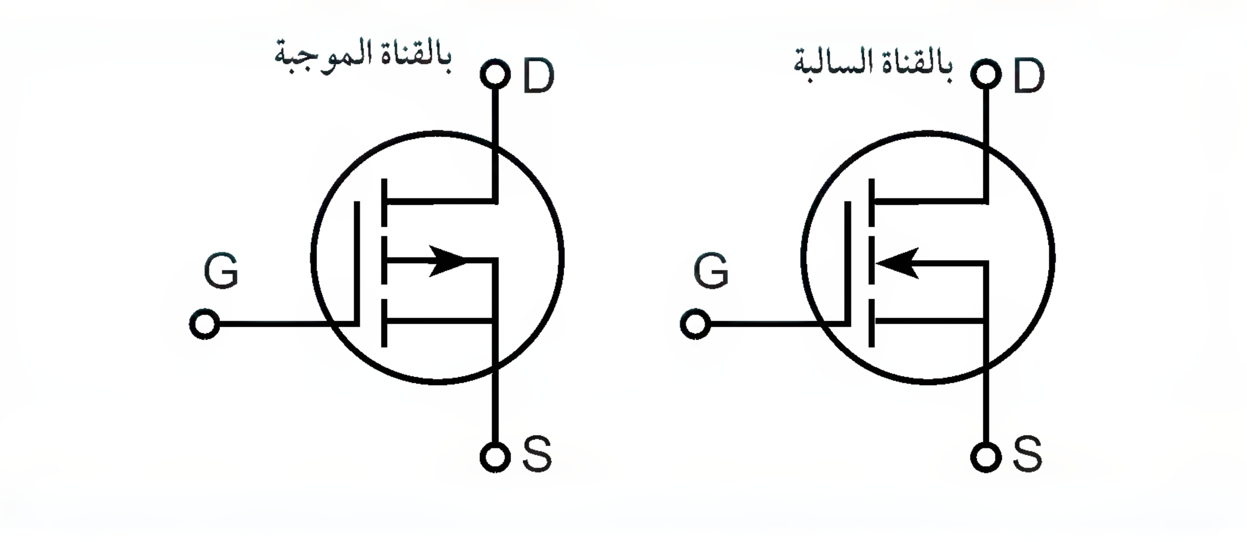
عند تطبيق فولطية موجبة على البوابة كما هو مبين في الشكل (8)، فإن هذه الفولطية تجذب الالكترونات السالبة من مادة الأساس نحو البوابة، وتصبح المنطقة المحاذية للبوابة غنية بالالكترونات، وتصبح كأنها امتداد

للمادة (N) بين المصرف والمنبع مشكلة قناة وهمية، مما يسمح بسريان التيار بين المنبع والمصرف من خلال هذه القناة. وتؤدي زيادة الفولطية على البوابة إلى زيادة عرض القناة الوهمية، وزيادة تدفق التيار الكهربائي خلال القناة .

يبين الشكل (9) الرمز التخطيطي لترانزستور MOSFET التعزيزي، لاحظ أنه تم تمثيل القناة الوهمية بخط متقطع، في حين تم تمثيل القناة في الترانزستور الاستنزافي بخط صلب متصل .



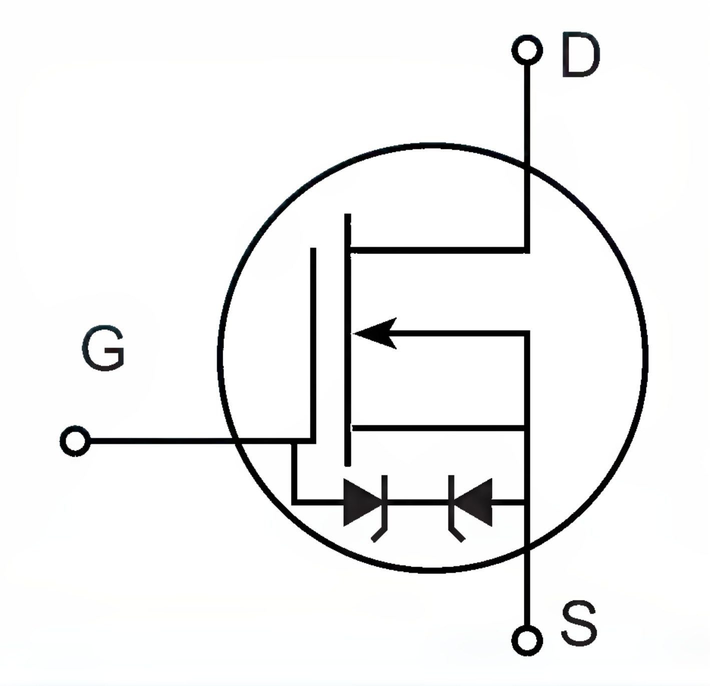
الشكل (8) : عمل الترانزستور التعزيزي MOSFET



الشكل (9) : الرمز التخطيطي لترانزستور MOSFET التعزيزي .

هناك مشكلة تواجهنا في ترانزستور MOSFET ألا وهي تطبيق فولطية عالية نسبياً على بوابة الترانزستور قد تثقب الطبقة العازلة الرقيقة، مما يؤدي إلى تلف الترانزستور، ونظرا لمقاومة البوابة العالية جداً، فإن مجرد تطبيق شحنة ساكنة من رؤوس أصابعك تستطيع أن تخترق طبقة الأكسيد. وكاحتياط أمان تقوم الشركات الصانعة بواصل أطراف الترانزستور معا بشكل مؤقت للمحافظة عليه أثناء التداول، ويتم ذلك بغرس أطراف الترانزستور بقطعة من المطاط الموصل . وكذلك الحال بالنسبة للدارات المتكاملة التي تصنع بتقنية .MOSFET

هناك طريقة أخرى لحماية ترانزستور MOSFET من الشحنات الساكنة وهي ربط دايودي زينر ظهرا لظهر بين طرفي توصيل البوابة . يتم عمل ذلك داخليا كما هو مبين في الشكل (10) وهكذا نضمن أن الفولطيه المطبقة على البوابة لن تتجاوز فولطية الزينر أبداً، حيث تقوم دايود الزينر بالتوصيل لدى بلوغ البوابة فولطية الزينر .



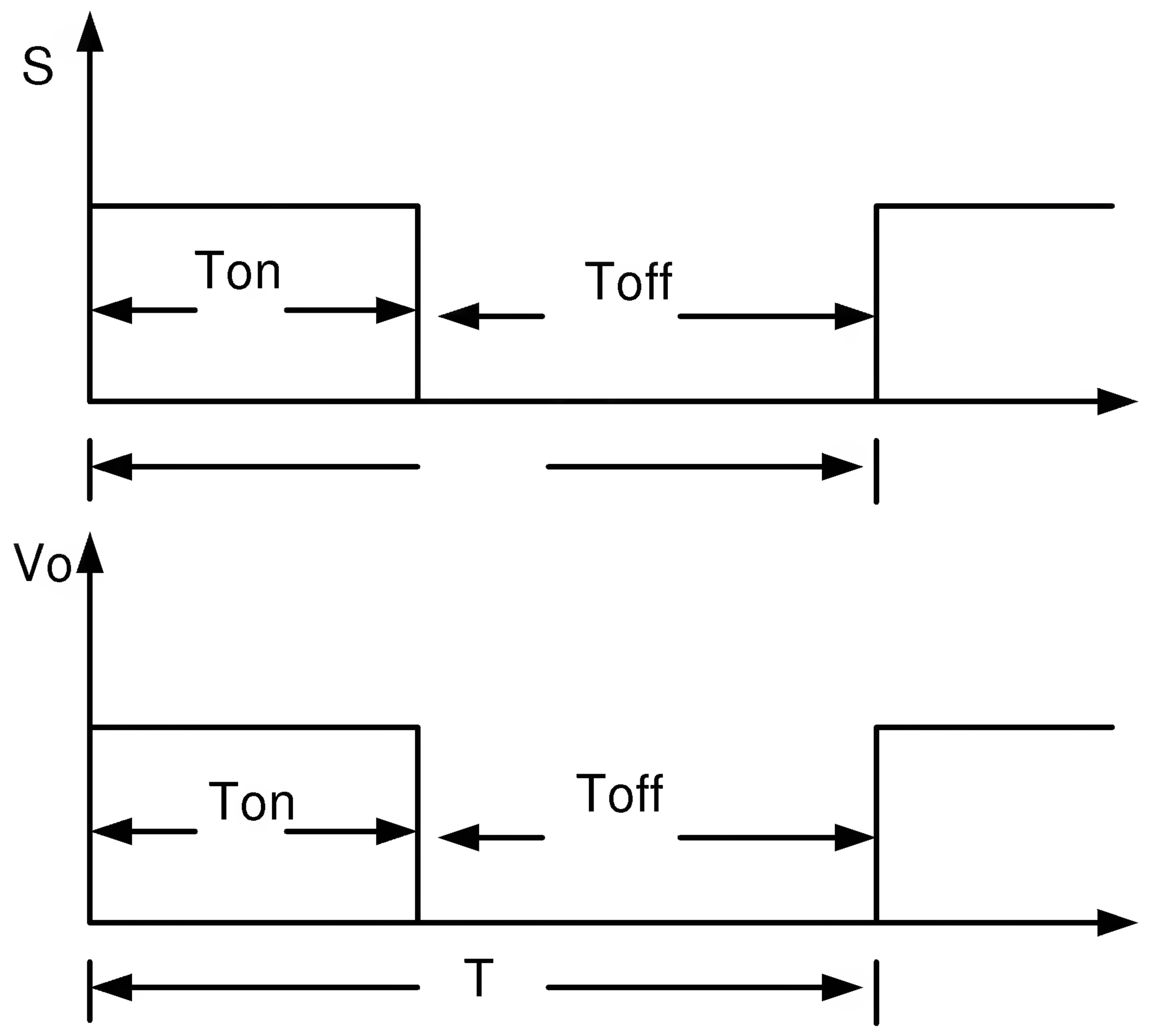
الشكل (10) : حماية ترانزستور MOSFET من الشحنات الكهربائية الساكنة .

تطبيقات ترانزستور تأثير المجال: مقطعات التيار المستمر DC Choppers

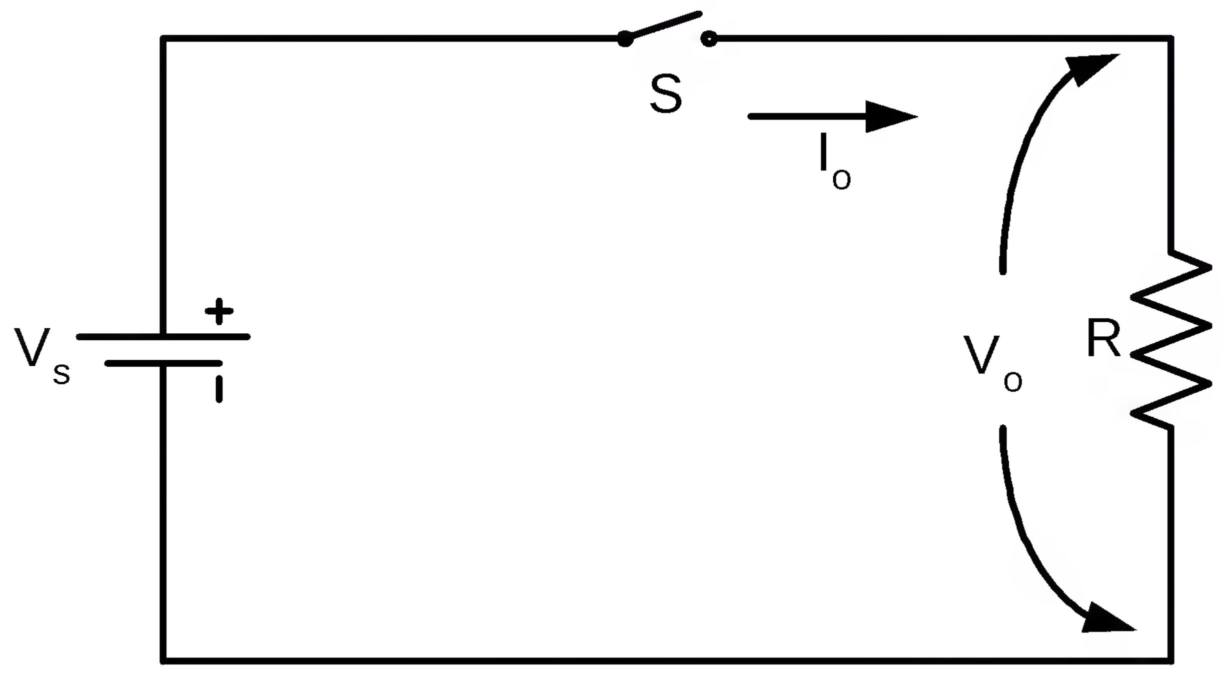
تستخدم مقطعات التيار المستمر للتحويل من تيار مستمر ذو جهد ثابت القيمة إلى تيار مستمر ذو جهد متغير القيمة (محكوم)، وتستخدم مقطعات التيار المستمر على نطاق واسع في التطبيقات الصناعية مثل القطارات الكهربائية والسيارات الكهربائية والأوناش....

مبدأ العمل لمقطعات التيار المستمر

يمكن فهم فكرة عمل مقطع التيار المستمر باستخدام الدائرة الموضحة بشكل والمكونة من حمل (عبارة عن مقاومة) ومفتاح ومصدر للتيار المستمر. عند توصيل المفتاح لمدة زمنية مقدارها T_{on} فإن جهد المصدر سيظهر على الحمل، وإذا تم فصل المفتاح لمدة زمنية T_{off} فإن جهد الحمل سيكون مساويا للصفر، وعلى ذلك تكون أشكال موجات الجهد والتيار كما في شكل



موجات الجهد والتيار



دائرة مقطع التيار المستمر

يمكن التحكم في الجهد عن طريق التحكم في نسبة تشغيل المقطع، ولكن يجب الأخذ في الاعتبار أن يكون تردد المقطع عاليا لذا يجب أن يكون المفتاح المستخدم أحد عناصر إلكترونيات القدرة مثل ترانزستور القدرة أو MOSFET

مميزات المفتاح (MOSFET)

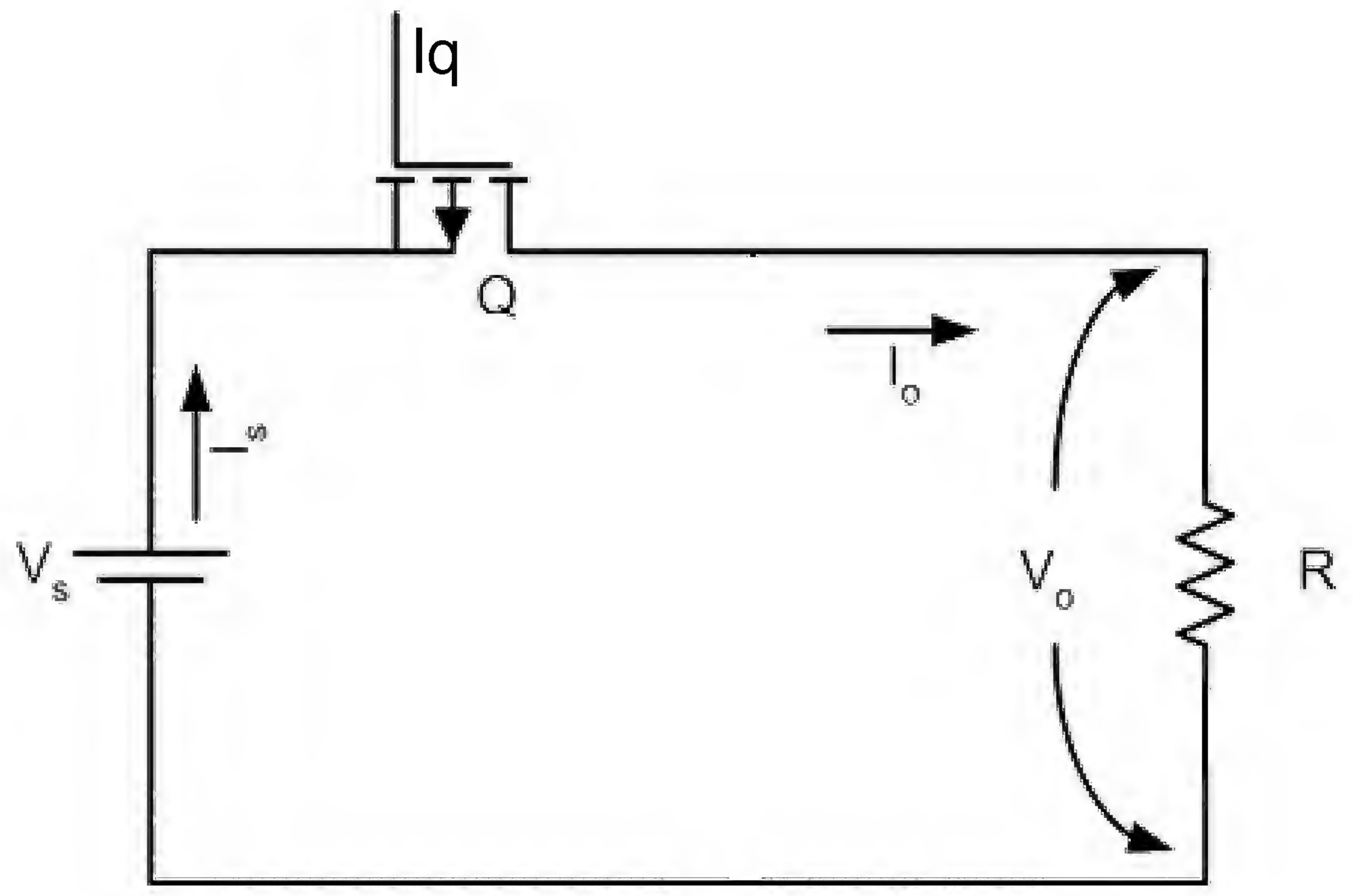
أ -ترانزستور موسفت (MOSFET) يتم التحكم فيه بإشارة جهد وليس بإشارة تيار حيث يحتاج لتيار صغير جدا لاشعاله.

ب -البوابة معزولة عن المصدر بمعنى أنه ليس هناك ارتباط بين تيار البوابة وتيار الحمل.

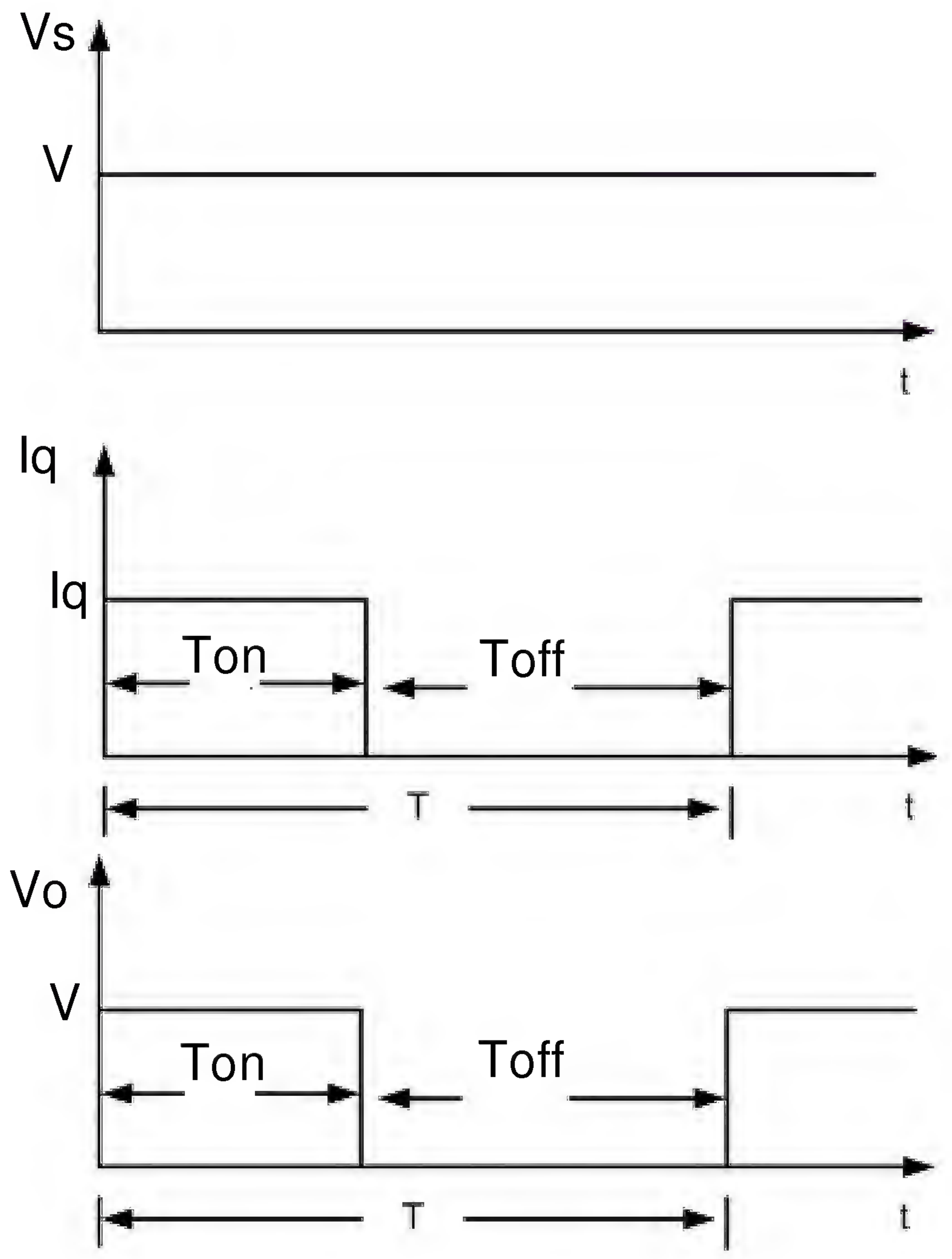
جـ -يعمل عند ترددات عالية وهذا يسهل عملية تنعيم الخرج.

مثال لمفتاح ترانزستوري

عند تشغيل المقطع أي وضع الموسفت في حالة (On) يمر التيار من المصدر إلى الحمل من خلال الموسفت (Q)، أما في حال الفصل أي وضع الموسفت في حالة (Off) فإن التيار يدور في الحمل حتى يتم تشغيل (Q) مرة أخرى



دائرة مقطع التيار المستمر



الإلكترونيات الضوئية

الوحـــــــدة 4

من تحضير و إعداد
الاستاذالمهندس: لواسف بوفاتح
ثانوية رابح بركاتى
الحىالجنوبى
بلدية افلو
ولايةالأغواط
EMAIL : LOUASSEF@msn.com

الوحدة

الإلكترونيات الضوئية

وضعية تعليمية

مع تطور علم الالكترونيات اضحى الضوء أحد العناصر الرئيسة الفعالة المحركة لكثير من التطبيقات العملية، ولقد أضفى الضوء سهولة في البناء والتشغيل على كثير من التطبيقات ودقة أكثر على عمليات التحكم، التي كانت تتم بصعوبة. واستعمل الضوء والاثر العكسي له في بناء عناصر إلكترونية، مثل المقاومة الضوئية، والثنائي الضوئي، والترانزستور الضوئي، كما استخدم في وحدات العرض الضوئية. ويستخدم في نقل البيانات في أنظمة الاتصالات عن طريق الألياف الضوئية.

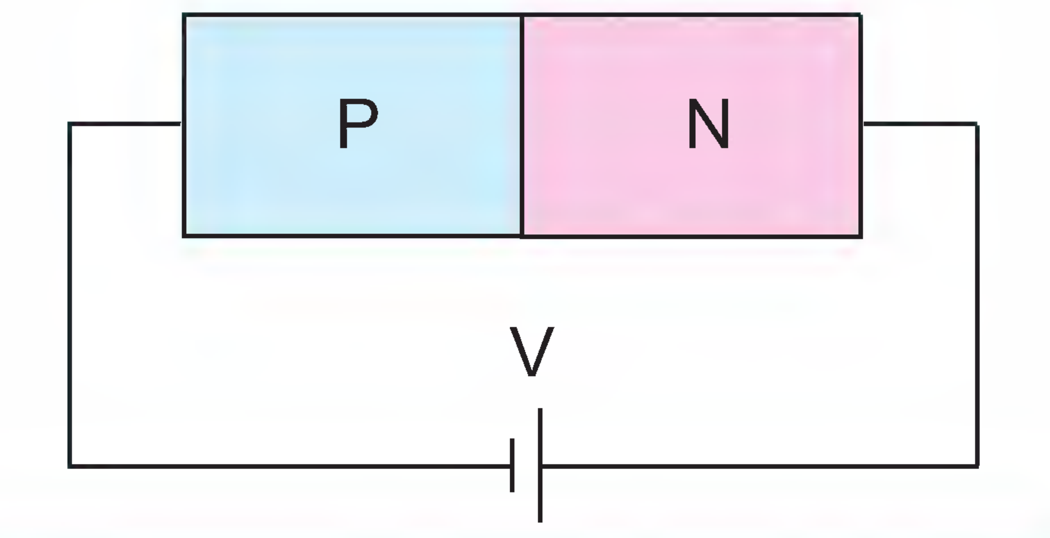
1- الأثر الكهربائي للضوء في أشباه الموصلات:

تكلمنا في الفقرةالسابقة عن طبيعة الضوء ولكن كيف يؤثر الضوء في أشباه الموصلات؟
يكمن تفسير الضوء على المواد شبة الموصلة في إحدى الظاهرتين الآتيتين :

الظاهرة الكهروضوئية (Photoelectric Effect)

عند تعريض مادة شبه موصلة لحزمة ضوئية، فإن جزءاً من الفوتونات ستخترق المادة في حين أنَّ جزءاً آخر سوف يمتص(يصطدم) مع إلكترونات المادة فاقداً طاقتة لإلكترونات في مدار التكافؤ (الأبعد عن النواة)؛ حيث ينتقل الكترون من مستوى طاقة منخفض إلى مستوى طاقة أعلى، فإذا كانت الطاقة الممتصة من الفوتون كافية فإن هذا الإلكترون يفلت من مداره ويصبح حراً، ويترك مكانه فارغاً (رابطة تساهمية منقوصة «فجوة hole») وبذلك فإن امتصاص فوتون في المادة شبه الموصلة سيكون زوجاً من حاملات الشحنة(فجوة-إلكترون) وبما أن حاملات الشحنة تزداد مع كثافة الضوء الساقط فإن موصلية المادة شبه الموصلة تزداد. فالظاهرة الكهروضوئية تعني «زيادة موصلية المواد شبة الموصلة نتيجة تعرضها للضوء».

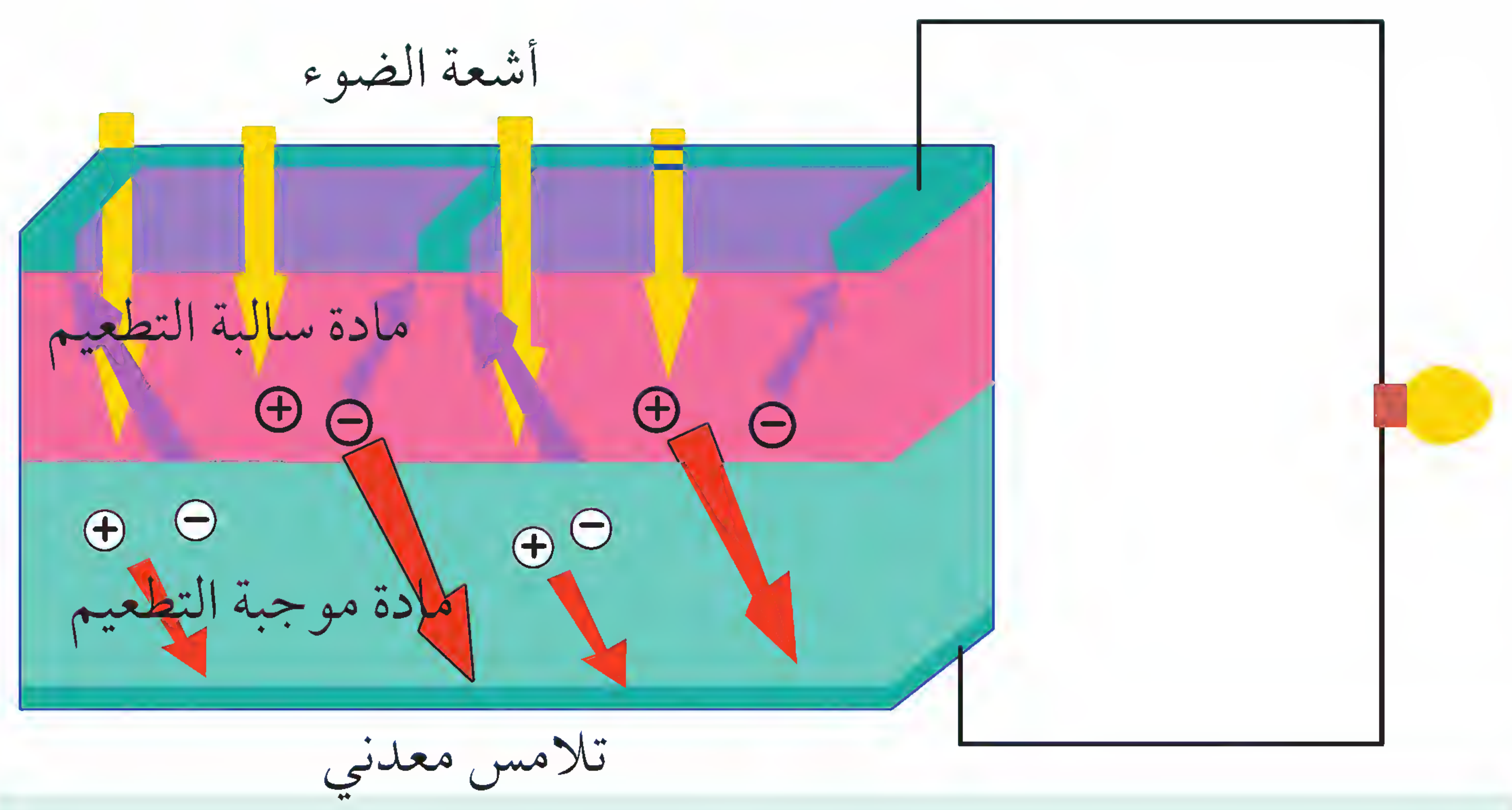
ظاهرة التأثير الكهرو ضوئي (Photovoltaic Effect):



الشكل (1): وصلة P-N في حالة انحياز عكسي

في هذه الظاهرة يتم الحديث عن تَعَرُّض وصلة من مادة ذات تطعيم سالب ومادة ذات تطعيم موجب(p-n) للضوء حيث لاحظ العلماء أن تعرض الوصلة للضوء يولد قوة دافعة كهربائية على أطرافها وإذا وصل حمل كهربائي بين هذه الأطراف فإن تياراً كهربائياً سوف يسري، ولتوضيح ذلك سنفسر سلوك وصلة سالب -موجب بالاعتماد على ما مر معك في وحدة الثنائيات والظاهرة الكهروضوئية.

إذا كانت الوصلة في حالة انحياز عكسي كما في الشكل (1) فإن عرض منطقة الاستنزاف يزداد ولا تعبر الوصلة إلا حاملات الشحنة الاقلية المتولدة في كلا الطرفين بفعل درجة الحرارة، حيث تعبر حاملات الشحنة الأقلية في المادة ذات التطعيم الموجب (الإلكترونات) باتجاة المادة ذات التطعيم السالب، وفي حين تعبر حاملات الشحنة الأقلية في المادة ذات التطعيم السالب (الفجوات) باتجاة المادة ذات التطعيم الموجب. ويعرف التيار الناتج عن هذه الحركة بتيار الظلام (Dark current).



الشكل (2) : أثر سقوط الضوء على وصلة P-N

عندما تصطدم فوتونات الضوء بشريحة سالب – موجب فإن الطاقة الممتصة من هذه الفوتونات تسبب انفلات بعض إلكترونات مدار التكافؤ مولدة ازواجا من الالكترونات والفجوات (Electron – hole pair) في كل من جزئي الشريحة فتزداد عدد حاملات الشحنة الأكثرية والأقلية بنفس العدد.

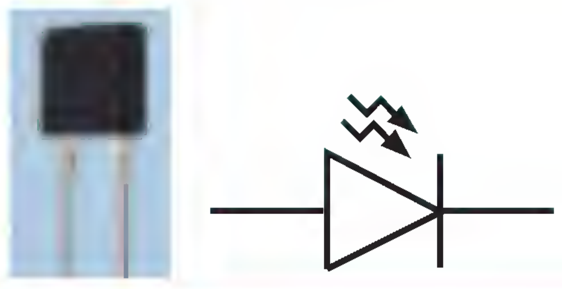
وبذلك تكون نسبة الزيادة أكثر على شحنات الأقلية ولكون الوصلة في حالة انحياز عكسي فإن تيار التسرب العكسي يزداد، وإذا كانت الوصلة في دارة مفتوحة فإن قوة دافعة كهربائية تتولد على أطراف الوصلة

وبالاعتماد على هاتين الظاهرتين تم بناء العديد من العناصر الإلكترونية الضوئية والتي سنتناول بعضاً منها فيما يأتي :

2 - الثنائي الضوئي PHOTO DIODE

يعد الثنائي الضوئي أحد العناصر الضوئية، ويعمل الثنائي على ظاهرة التأثير الكهربائي الضوئي (Photovoltaic Effect)؛ إذ يعمل الضوء على زيادة تيار التسرب العكسي المار في الثنائي الموصول في حالة انحياز عكسي . فالثنائي الموصول في حالة انحياز عكسي له مقاومة عالية، ولكن سرعان ما تتناقص مقاومتة عند سقوط الضوء . ويتناسب تيار التسرب العكسي طردياً مع شدة الإضاءة الساقطة عليه .

للاستفادة من الثنائي الضوئي كمجس ضوئي يتم وصله في حالة انحياز عكسي في الدارات الإلكترونية ونظراً لصغر قيمة تيار التسرب العكسي يوصل الثنائي الضوئي مع دارة تضخيم مناسبة .

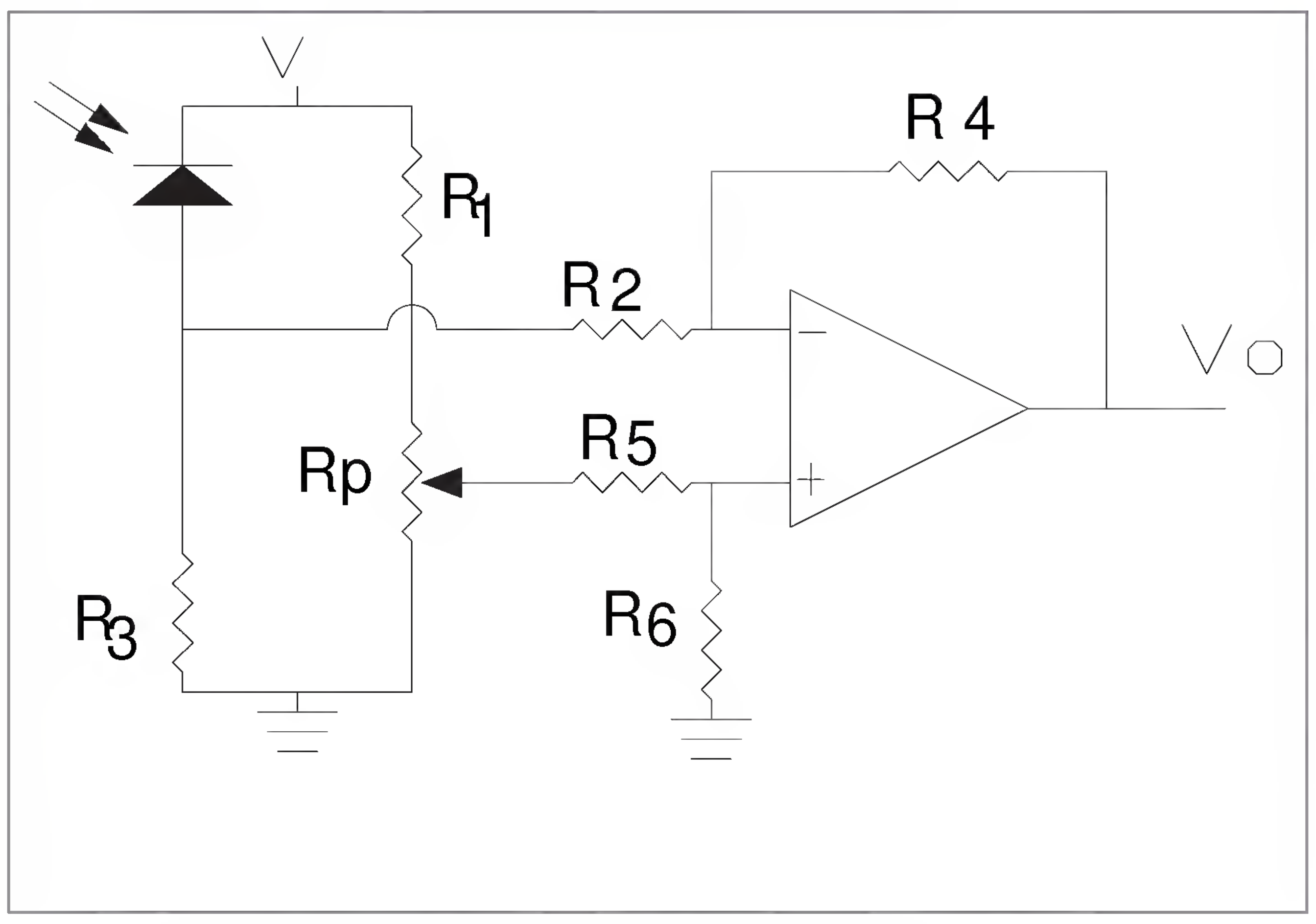

الشكل (3) : رمز الثنائي الضوئي

يعمل الثنائي الضوئي عمل الثنائي العادي في الظلام . يشبه الثنائي الضوئي الثنائي العادي من حيث الأعطال ومحددات التشغيل كالقدرة وجهد التشغيل العكسي وطرق الفحص، ويرمز له في الدارات الإلكترونية بالرمز كما في الشكل(3) :

للثنائي الضوئي تطبيقات كتلك التي تستخدم فيها المقاومة الضوئية، ولكن ما يميز الثنائي الضوئي هو أن استجابة للضوء تكون بشكل خطي مما يجعله مناسباً للقياسات الدقيقة المتعلقة بالضوء .

مثال :

تحويل شدة الضوء إلى فرق جهد :



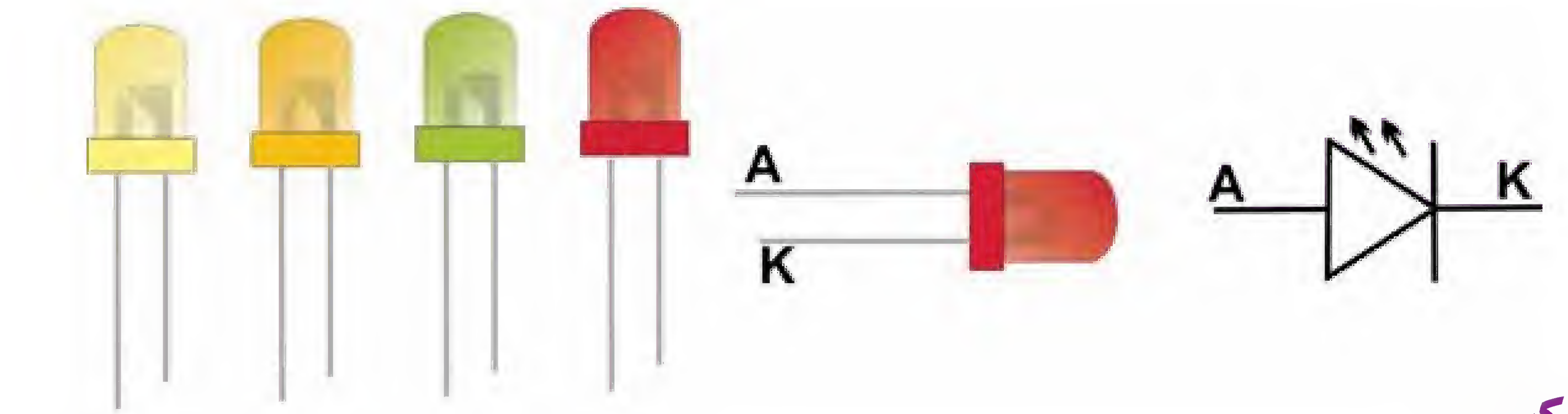
باستخدام قنطرة ويتستون كما في الشكل يمكن تحويل شدة الإضاءة إلى فرق في الجهد ومن ثم إدخالها على دارة تكبير مناسبة (حسب التطبيق) ، إذا كانت الدار معتمة (لا يوجد ضوء) يكون التيار العكسي أقل ما يكون، فيعمل على تغيير قيمة المقاومة المتغيرة حتى نحصل على جهد خرج يساوي صفراً.

عند ارتفاع شدة الإضاءة يمر تيار عكسي في الثنائي الضوئي يتناسب مع شدة الإضاءة ويرتفع الجهد على المخرج . يتناسب ارتفاع الجهد على المخرج طردياً مع شدة الإضاءة وبشكل خطي .

3- ثنائى إنبعاث الضوء LED (LIGHT EMITTING DIODE)

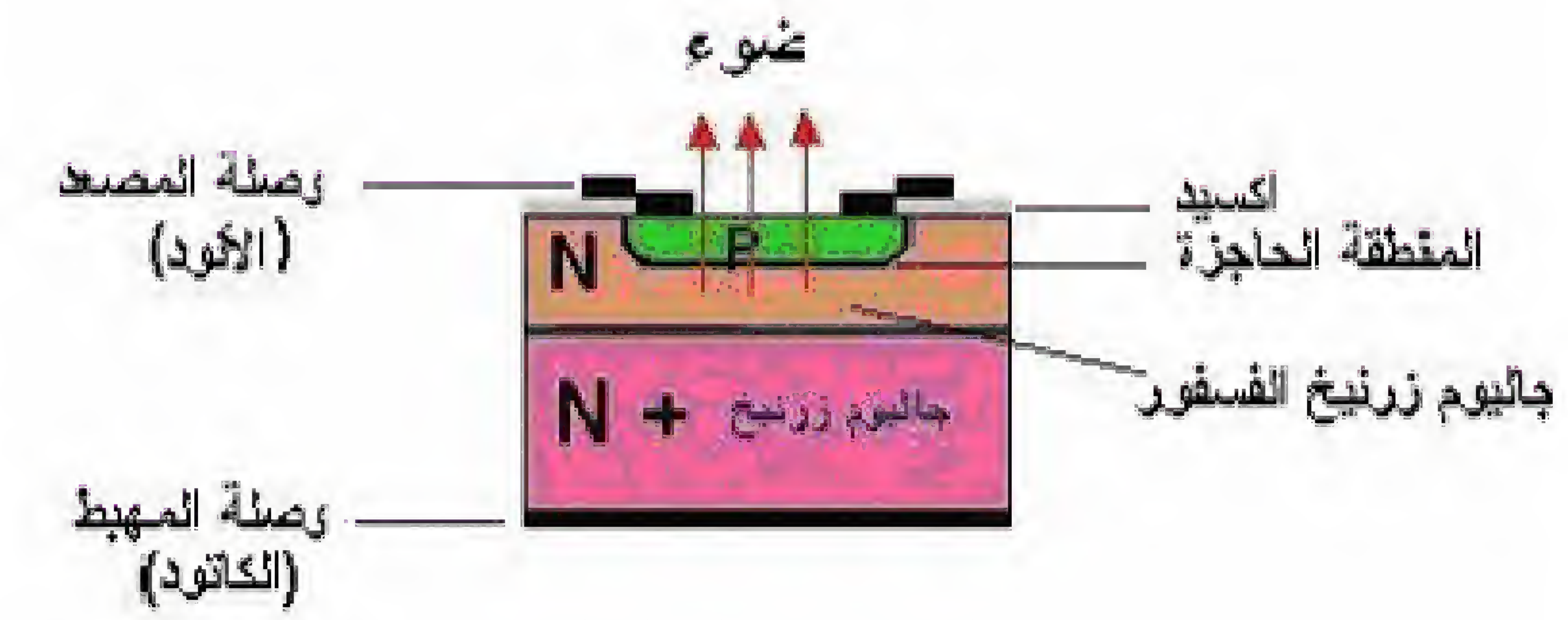
يقوم الدايود الباعث للضوء بتحويل الطاقة الكهربائية إلي طاقة ضوئية

رمز LED



التركيب :

الفرق بين الحرارة ودرجة الحرارة



التركيب الداخلي

يوضح شكل التركيب الداخلي للثنائي الباعث للضوءLED حيث إنه يشبه في تركيبه تركيب الدايود العادي غير أنه يصنع من مادة فوسفات الجاليوم بينما يصنع الدايود العادي من السليكون أو الجرمانيوم .

مبدأ العمل

كما هو معروف توجد ثلاث مستويات للطاقة في شبه الموصل هي طاقة توصيل طاقة تكافؤ يفصل بينهما نطاق المحظور . عند تطبيق جهد أمامي على LED فان الشحنات تتحرك خلال الحاجز الفاصل بين طرفي الدايود وبالتالي فإنها تعبر مستويات طاقة مختلفة. هذه الشحنات اكتسبت طاقة أثناء توليد أزواج من الالكترونات والفجوات ستفقد هذه الطاقة على شكل ضوء عند إعادة اتحاد الالكترونات مع الفجوات .

استقطب الثنائية LED :

في حالة الانحياز الأمامي تمر كمية كافية من التيار تعمل على انبعاث الضوء وذلك إذا كان الجهد المسلط عليه أكبر من جهد التشغيل الأمامي (VF) والذي يساوي 2V تقريبا في النوع المصنوع من فوسفات الجاليوم .

أما في حالة الانحياز العكسي فيمر تيار ضعيف جدا في LED لا ينتج عنه ضوء (الجهد العكسي للثنائي الباعث لضوء صغير) ويصنع غطاء LED إما من البلاستيك أو الزجاج ويكون إما أحمر ـ أخضر ـ أصفر أو برتقالي. ويعتمد لون الضوء المنبعث من LED على لون المادة المصنوع منها الموحد الباعث للضوء.حيث إن:

جاليوم النتروجين يشع ضوء أزرقاً

جاليوم الفوسفور(نتروجين) يشع ضوءاً أخضراً

جاليوم زرنيخ الفسفور(تتزوجين) يشع ضوءاً أصفراً

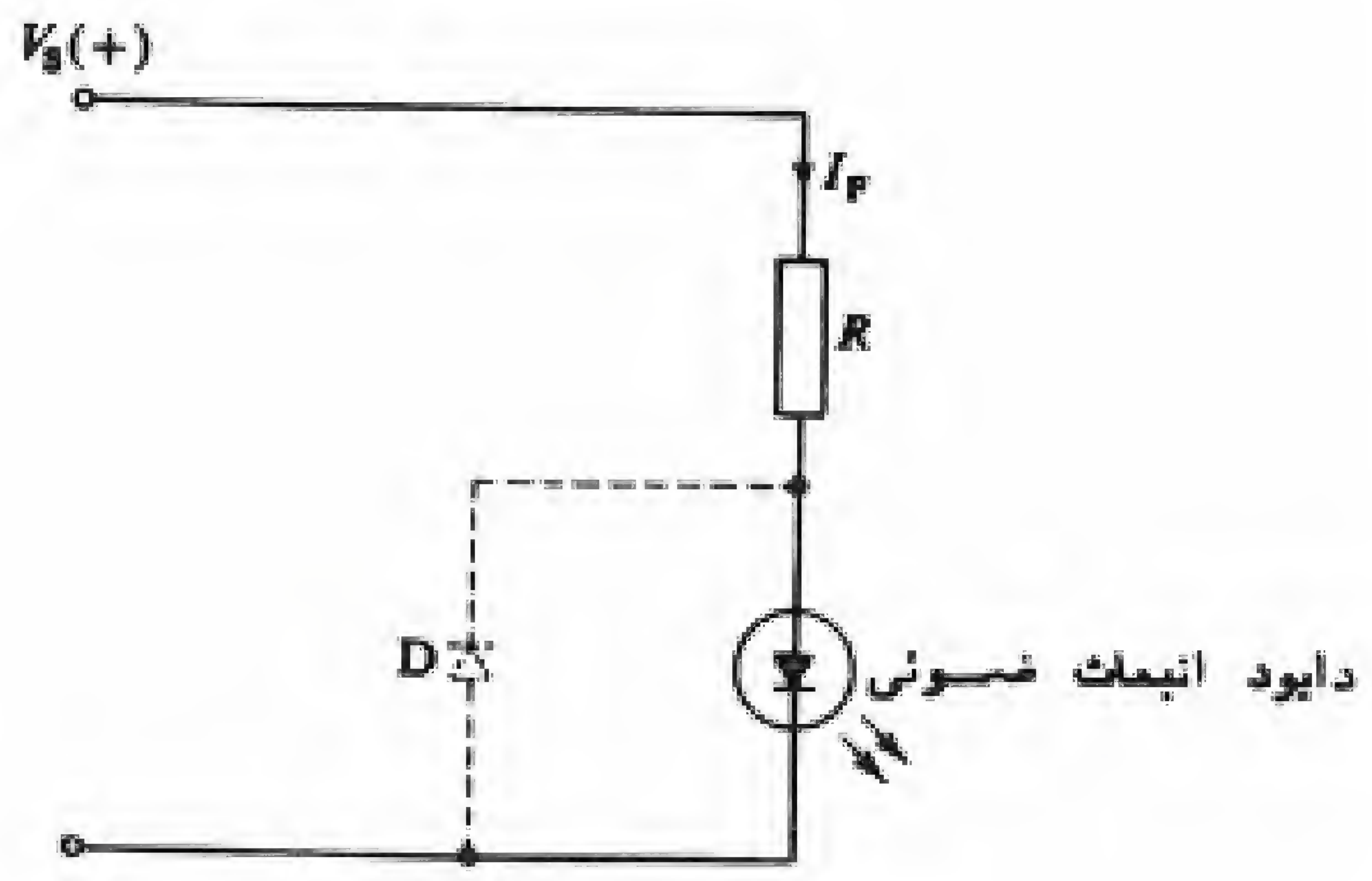
جاليوم زرنيخ الفسفور(تتزوجين) يشع ضوءاً برتقالياً

جاليوم زرنيخ الفسفور يشع ضوءًا أحمراً

جاليوم الزرنيخ(الزنك) يشع ضوءً (تحت الحمراء)

جاليوم الزرنيخ(السليكون) يشع ضوءً (تحت الحمراء)

ولأن LED يعمل على جهد أمامي صغير لا يتعدى بضع من الفولتيات توصل معه مقاومة على التوالي تحد من التيار كما يوصل موحد في انحياز عكسي لحمايته من الجهد العكسي.



بعض استخدامات الثنائي الباعث للضوء :

- في العدادات الرقمية
- في الحاسب الآلي
- في أنظمة الاتصالات الضوئية
- في دوائر التحذير لمنظومات السيارات
- يستخدم في حاسبات الجيب لإظهار الأرقام والحروف والإشارات والرموز حيث تركب مجموعة من LED لتكوين ما يسمى بشرائح السبعة أجزاء 7-SEGMENT

4- المقاومة الضوئية (Photo Resistor) LDR PHOTO RESISTORS

المقاومة الضوئية هي مقاومة تتغير قيمتها تبعاً لتغيرات كثافة الضوء الساقط على سطحها ، وتتناسب قيمتها تناسبا عكسياً مع شدة الإضاءة، حيث تتناقص قيمتها عند تعرضها للضوء، ويمكن تفسير ذلك بالاعتماد على الظاهرة الكهروضوئية .

تركيب المقاومة الضوئية : تصنع المقاومة الضوئية من مادة شبه موصلة حساسة للضوء تطلى بشكل متعرج (لزيادة سطح المقاومة المعرض للضوء) على قاعدة عازلة وتغلف بغلاف شفاف يسمح بمرور الضوء ويتصل طرفا المادة شبه الموصلة بتلامسين معدنيين يشكلان أطراف التوصيل الخارجية للمقاومة الضوئية كما في الشكل(3) .

شكل (3) :

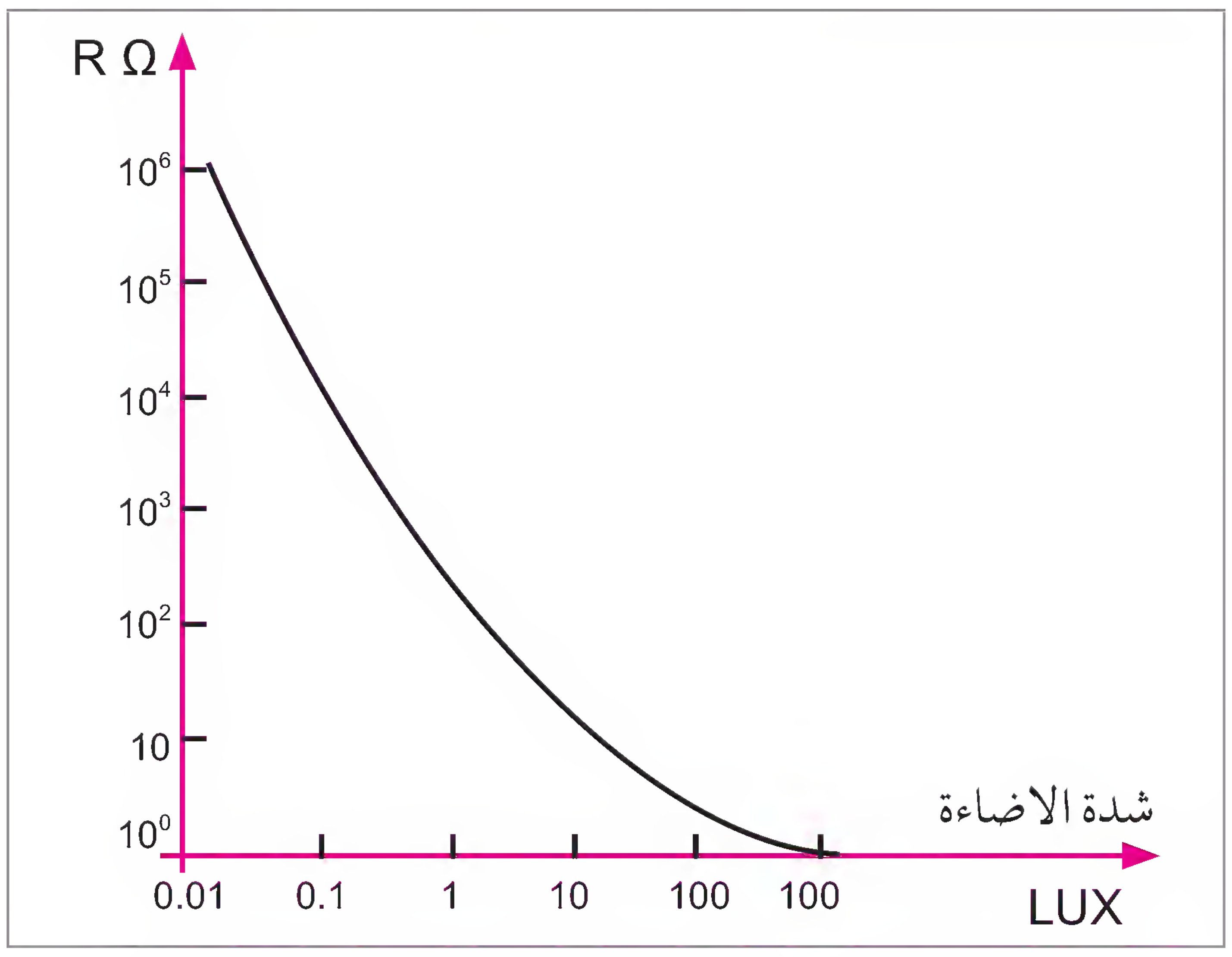
يرمز للمقاومة الضوئية بالرمز المبين في الشكل (3) وتعرف في التطبيقات العملية بمسميات مختلفة كالخلية الكهروضوئية (Photo Electric Cell) ، والموصل الضوئي (Photo Conductor) ، والمقاومة المعتمدة على الضوء (Light Dependent Resistor 'LDR') وتعدّ الأخيرة الأكثر شيوعا . المقاومة الضوئية حساسة لموجات الضوء المختلفة وتعتمد حساسيتها ومدى استجابتها لنوع الأشعة على المادة التي تصنع منها المقاومة الضوئية ، ومن أشهرها :

أ- المقاومة المصنوعة من مادة كبريتيد الكادميوم CdS أو من بلورات الرصاص Lead Crystals التي تستجيب للطيف المرئي .

ب- المقاومة المصنوعة من بلورات سيلينايد الكادميوم التي تستجيب للأشعة الحمراء والأشعة تحت الحمراء .

ت- المقاومة المصنوعة من كبريتيد الرصاص التي تستجيب للأشعة تحت الحمراء .

- تكون المقاومة الضوئية في الظلام عالية جداً، وعند سقوط الضوء عليها فإن مقاومتها تتناقص (تناسباً عكسياً مع شدة الإضاءة) حتى تصبح كأنها موصل ، ولا يكون التغير بشكل خطي لاحظ الشكل (4) .



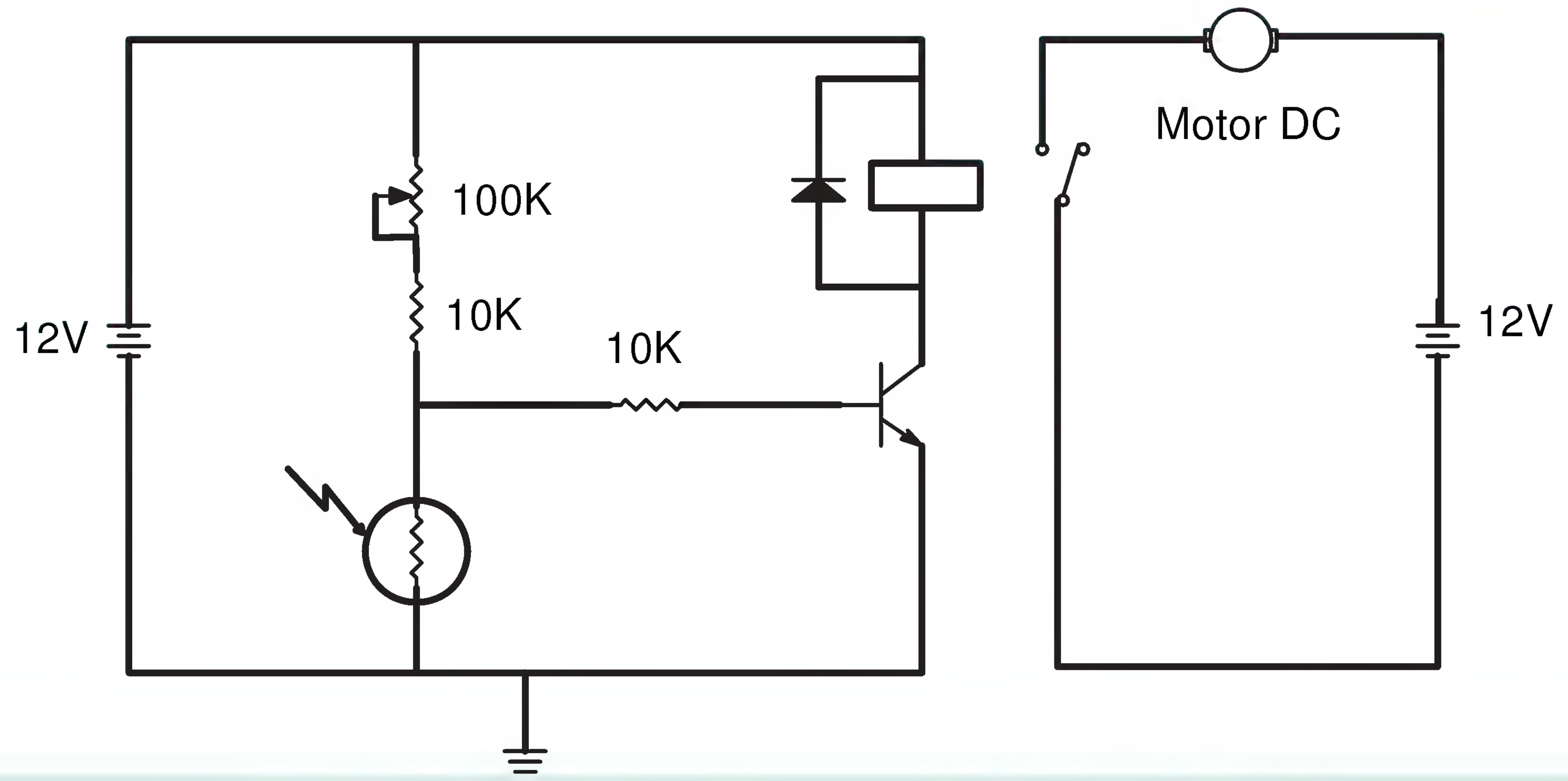
شكل (4) منحنى يبين قيمة المقاومة مع شدة الإضاءة

- والمقاومة الضوئية تعامل كالمقاومة العادية من حيث ظروف التشغيل الواجب مراعاتها خصوصا القدرة وكذلك من حيث الأعطال .

- من مساوئ المقاومة الضوئية أنها بطيئة الاستجابة، وتعمل فقط على ترددات منخفضة.
- تستعمل المقاومات الضوئية في كثير من التطبيقات

هذه التطبيقات أنظمة التحكم المعتمدة على وجود الضوء أو عدمه مثل: التحكم في إنارة الشوارع ليلاً، التحكم الآلي وأجهزة الإنذار (مثل الإنذار بوجود حريق، إنذار ضد السرقة).

مثال: الشكل (4) يبين دارة تحكم بتشغيل حمل كهربائي باستخدام الضوء.



الشكل (4): دارة التحكم في تشغيل محرك باستخدام المقاومة الضوئية

عمل الدارة:

يعدّ الضوء العامل الأساسي للتحكم في تشغيل الدارة فعندما تكون شدة الإضاءة عالية فإنّ قيمة المقاومة الضوئية تكون منخفضة حيث تحدد قيمة الجهد الكهربائي على قاعدة الترانزستور من خلال مجزئ الفولتية المكون من المقاومة المتغيرة والمقاومة الثابتة وقيمة المقاومة الضوئية ولكون المقاومة الضوئية في هذه الحالة منخفضة القيمة فإن الجهد عليها يكون منخفض القيمة، وغير كاف لتوفير انحياز للترانزستور الذي يبقى في حالة فصل ولا يعمل الحمل المتصل بالمرحل.

أما عندما تكون شدة الإضاءة منخفضة فإن قيمة المقاومة الضوئية تكون عالية، وتحدد قيمة الجهد الكهربائي على قاعدة الترانزستور من خلال مجزئ الفولتية المكون من المقاومة المتغيرة والمقاومة الثابتة وقيمة المقاومة الضوئية ولكون المقاومة الضوئية في هذه الحالة عالية القيمة فان الجهد عليها يكون عالياً وكافياً لتوفير انحياز للترانزستور الذي يتحول إلى حالة وصل فيمر تيار في ملف المرحل فيغير من وضع تلامساته، وبذلك يعمل الحمل المتصل به.

5- الترانزستورات الضوئية: PHOTO TRANSISTOR

5ـ1 - مقدمة:

الترانزستورات الضوئية هي ترانزستورات حساسة للضوء، والنوع الشائع للترانزستور الضوئي يشبه الترانزستور ثنائي القطبية ولكن بدون طرف القاعدة الذي يستبدل بسطح حساس للضوء.

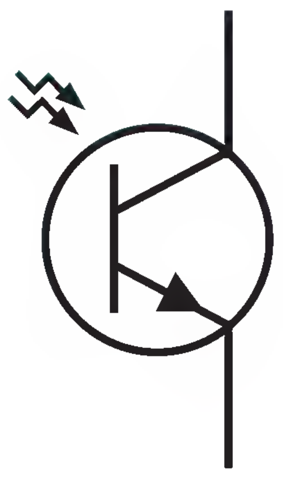
ويشبه عمل الترانزستور الضوئي عمل الترانزستور العادي إلا أنه يعتمد على الظاهرة الفولتية الضوئية حيث إن تيار القاعدة يتولد بالضوء ويتناسب مع شدة الإضاءة على السطح الحساس للضوء.

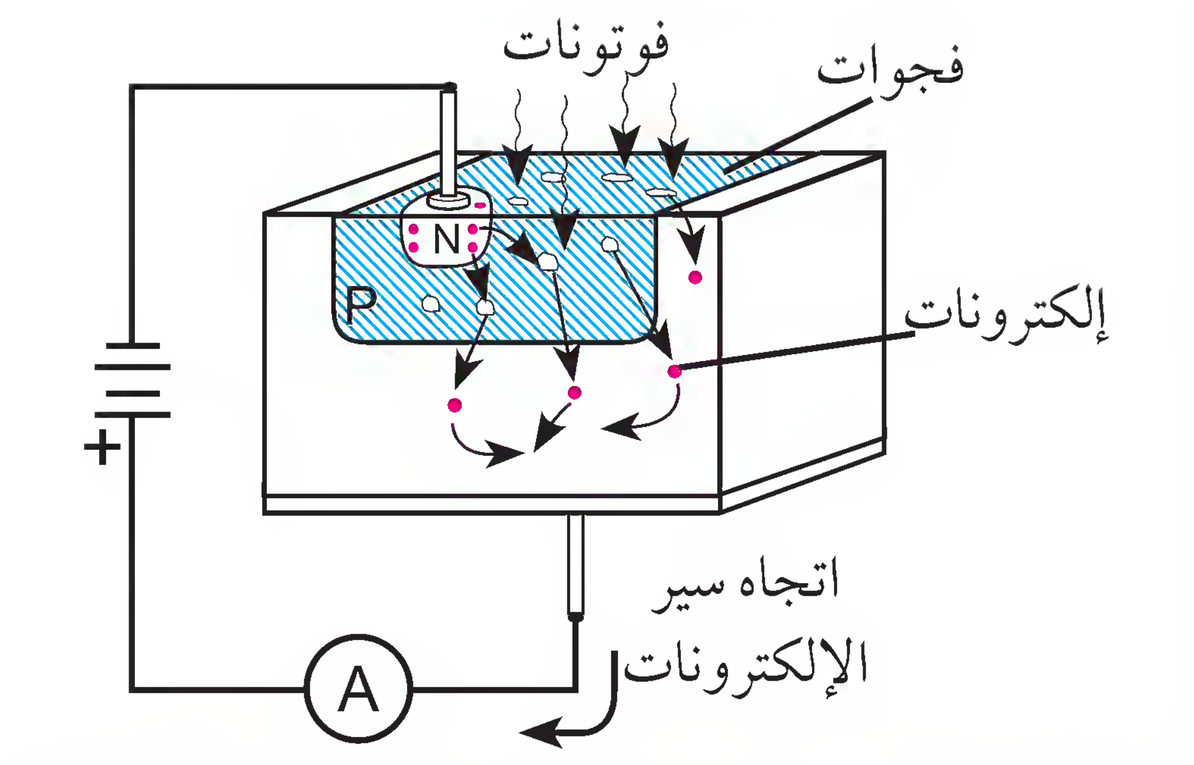
الترانزستور الضوئي

عند وضع الترانزستور الضوئي في الظلام يصبح في حالة قطع ولا يمر تيار بين المجمع والباعث وعند تعرض السطح الحساس للضوء يمر تيار قاعدة صغير ينتج عن ذلك تيار كبير يمر بين المجمع والباعث. كما توجد أيضا ترانزستورات تأثير المجال الضوئية التي تستخدم التأثير الضوئي في توليد جهد البوابة الذي يتحكم بتيار المصرف(Drain) – المنبع(Source).

5ـ2 - آلية عمل الترانزستور الضوئي:

يبين الشكل(6) ترانزستوراً ضوئياً ذا طرفين ثنائي القطبية موصول مع مصدر جهد على طرفيه (المجمع والباعث)وكما ذكرنا سابقاً يشبه عمله عمل الترانزستور ثنائي القطبية نوع NPN العادي إلا أن طبقة القاعدة P كبيرة، وعند تعرضها للضوء تصطدم فوتونات الضوء مع الكترونات المادة P فتكسبها طاقة كافية لتتجاوز حاجز منطقة الاستنزاف لتصل إلى منطقة المجمع N وتترك مكانها أيونات موجبة سرعان ما تجذب إليها إلكترونات الباعث N ونتيجة لذلك يتشكل تيار كهربائي يمر من المجمع إلى الباعث.





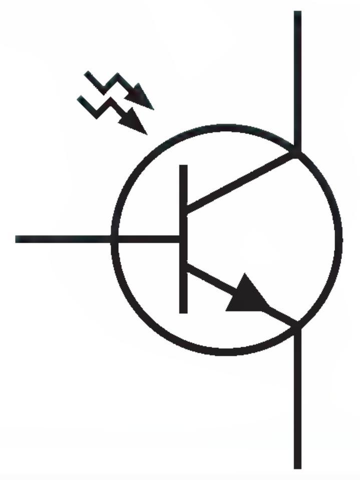
الشكل (6) : رمز الترانزستور الضوئي ذي الطرفين وآلية عمله

5ـ3 ـأنواع الترانزستورات الضوئية:

الترانزستورات الضوئية ذات الثلاثة أطراف:

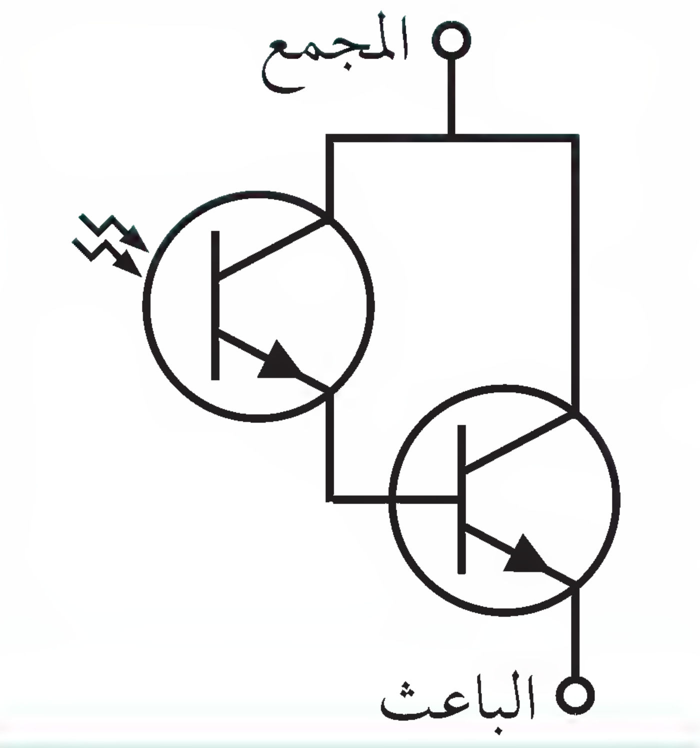
بما أن الترانزستورات الضوئية ذات الطرفين غير قادرة على توليد تيار في القاعدة كافٍ للحصول على تيار مجمع– باعث مناسب، فهناك ترانزستورات ذات ثلاثة أطراف بإضافة طرف القاعدة الذي يستخدم لتثبيت انحياز الترانزستور بحيث يمكن من التحكم في حساسيته للضو.

ويمكن أن يستخدم الترانزستور الضوئي ذا الثلاثة أطراف في التطبيقات باستخدام طرفين فقط بدلاً من الترانزستورات الضوئية ذات الطرفين بدون استخدام طرف القاعدة.



رمز الترانزستور
الضوئي ذي الثلاثة أطراف

5-4 - ترانزستورات دارلنجتون الضوئية:



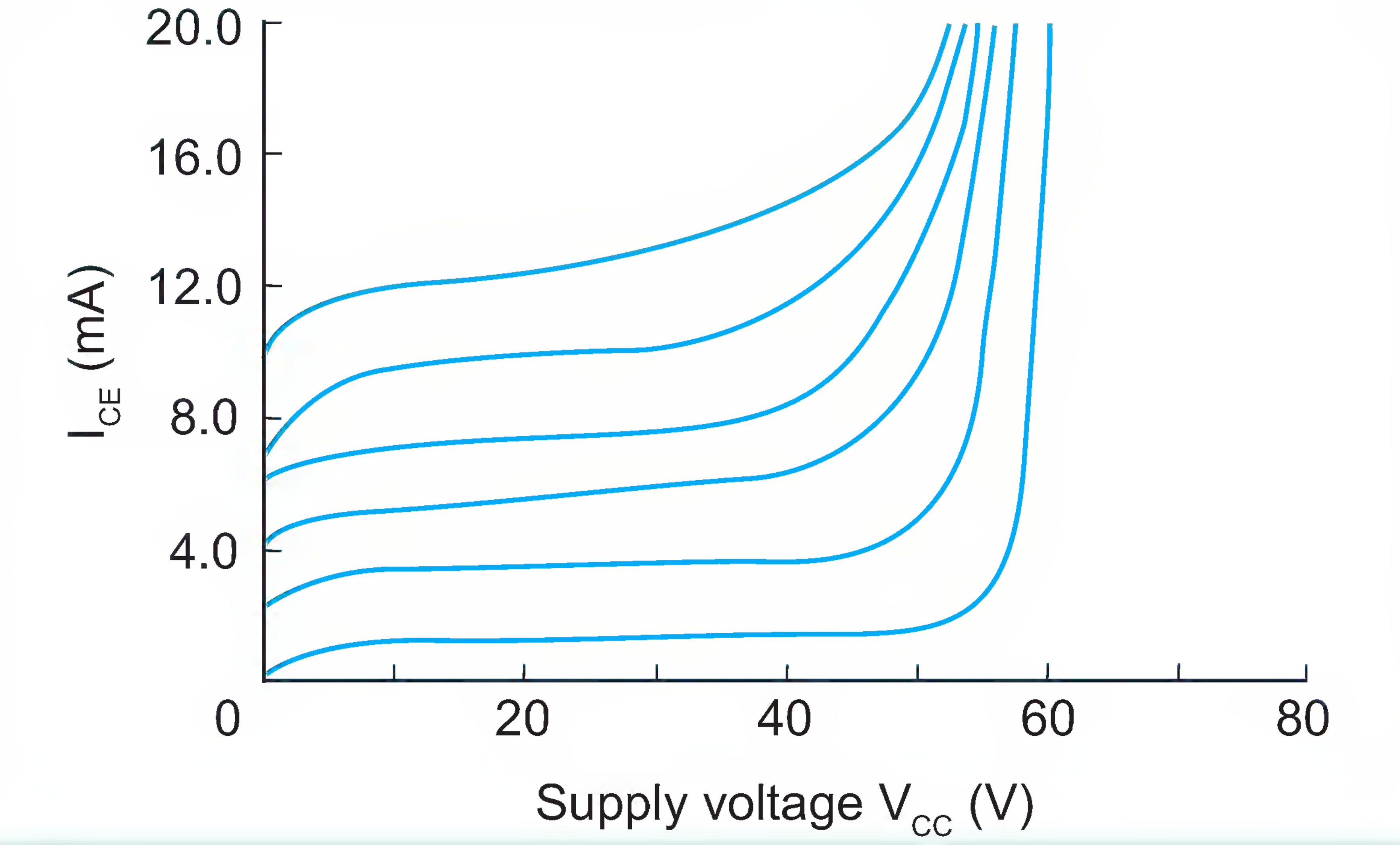
رمز ترانزستورات دارلنجتون الضوئية

يمكن توصيل ترانزستور عادي مع ترانزستور ضوئي ليستفاد من خاصية توصيلة دارلنجتون بالإضافة إلى الخاصية الضوئية بحيث تشبه آلية عمله عمل ترانزستورات دارلنجتون ثنائي القطبية بالإضافة إلى حساسيته للضوء، لكن بزمن استجابة كبير نسبياً، وتتوفر هذه الترانزستورات برجل قاعدة أو بدونها .

5-5 - المواصفات الفنية للترانزستورات الضوئية:

للترانزستورات الضوئية كما للترانزستورات العادية جهد انهيار ومعدلات جهد وتيار تشغيل ومنحنى خصائص . وكما يعتمد تيار المجمع Ic على كثافة الإشعاع الساقط على قاعدة الترانزستور وعلى كسب التيار (Gain) ، وعلى تيار القاعدة الخارجي في الترانزستورات الضوئية ثلاثية الأطراف .

في حالة الظلام التام يمر تيار صغير بين المجمع والباعث يسمى تيار الظلمة (dark Current Id) ويمكن اهماله لصغره (عادة في مجال nA) يبين الشكل الآتي منحنى خصائص الرانزستور الضوئي مبينا العلاقة بين شدة الاشعاع الساقط وتيار المجمع :

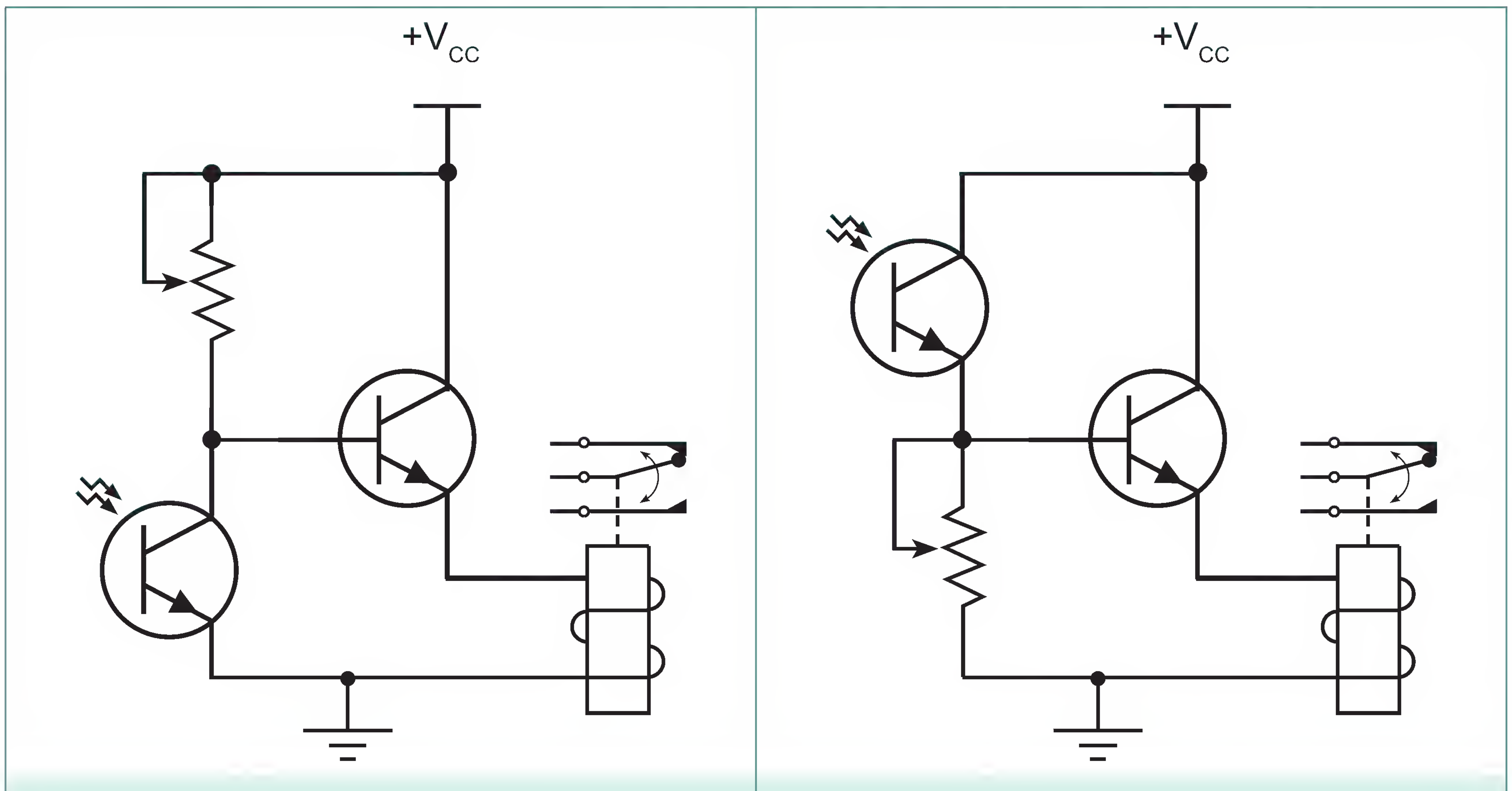


منحنى الخصائص لترانزستور ضوئي ثنائي القطبية

5-6- تطبيقات على الإلكترونيات الضوئية:

دارات التفعيل الضوئي:

يستخدم الترانزستور الضوئي في عملية تفعيل دارة ما عن طريق تغير شدة الضوء، وكمثال على ذلك، في الشكل المجاور دارتان تم استخدام الترانزستور الضوئي ليتحكم بتيار القاعدة لترانزستور متصل مع Relay وباختلاف موقع الترانزستور الضوئي نحصل على حالتين للتشغيل تشغيل في حالة الظلام (Dark Activated) وتشغيل في حالة الاضاءة (Light Activated)

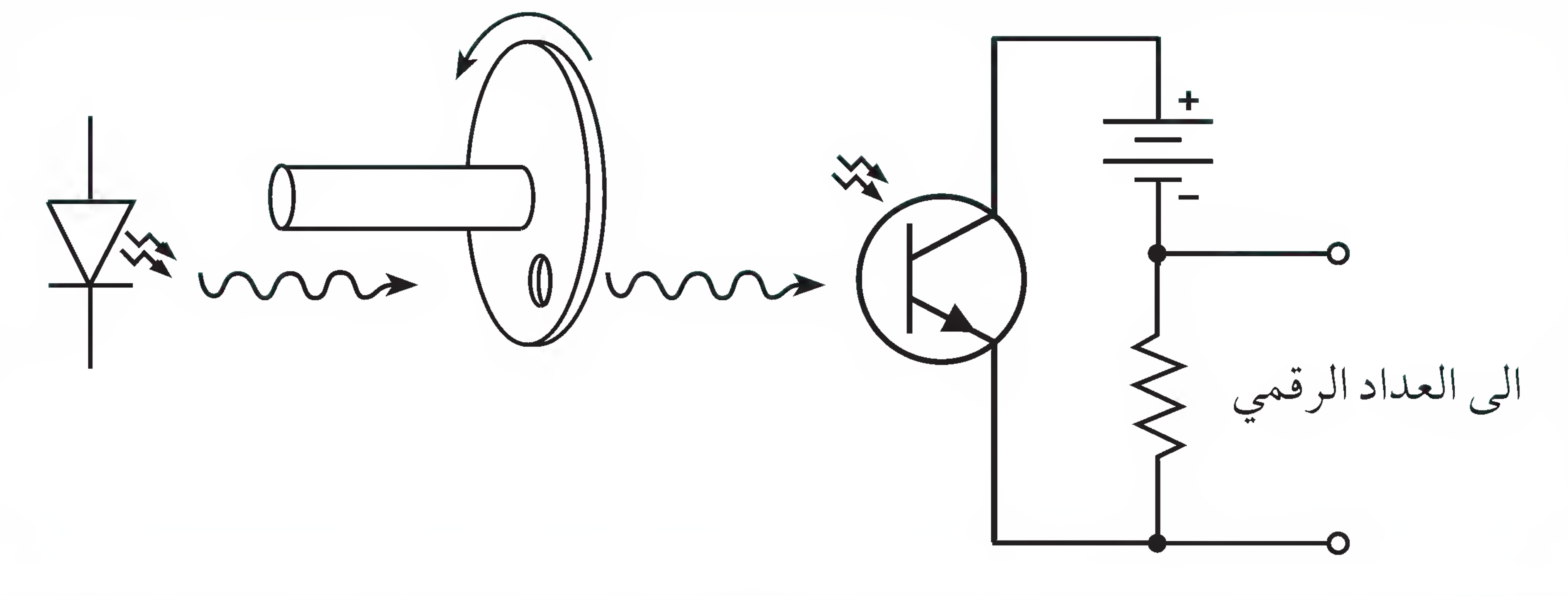


تشغيل في حالة الظلام

تشغيل في حالة الاضاءة

5-7- دارات القياس:

يبين الشكل(1) كيفية استخدام ترانزستور ضوئي كمقياس سرعة دوران أو عدد الدورات، حيث يستخدم قرص دوار فيه ثقب يسمح بمرور الضوء عبره مرة كل دورة، ويؤدي الضوء المار عبر الثقب إلى قدح الترانزستور الضوئي المتصل بدوره إلى عداد يعرض سرعة الدوران أو عدد الدورات الكلي .

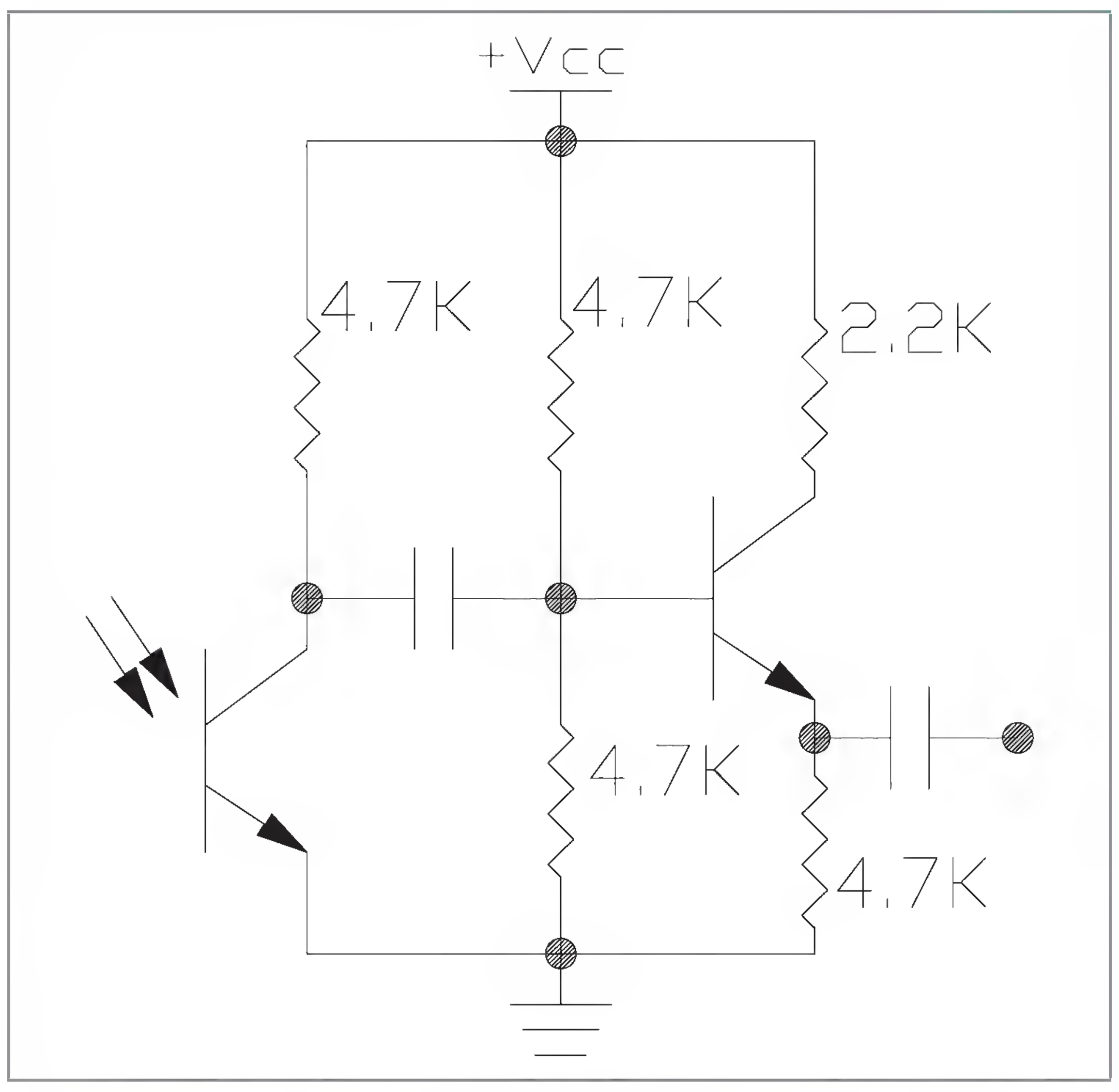


الشكل (1): الترانزستور الضوئي كمقياس سرعة .

مثال :

دارات الاستقبال :

يمكن استخدام الترانزستور الضوئي كدارة استقبال لمرسلات ضوئية في تطبيقات التحكم عن بعد Remote control والتي يستخدم فيها غالبا الأشعة تحت الحمراء Infra Red . يبين الشكل ( ) دارة يستخدم فيها ترانزستور ضوئي ككاشف موجة ضوئية مع مضخم ترانزستوري .

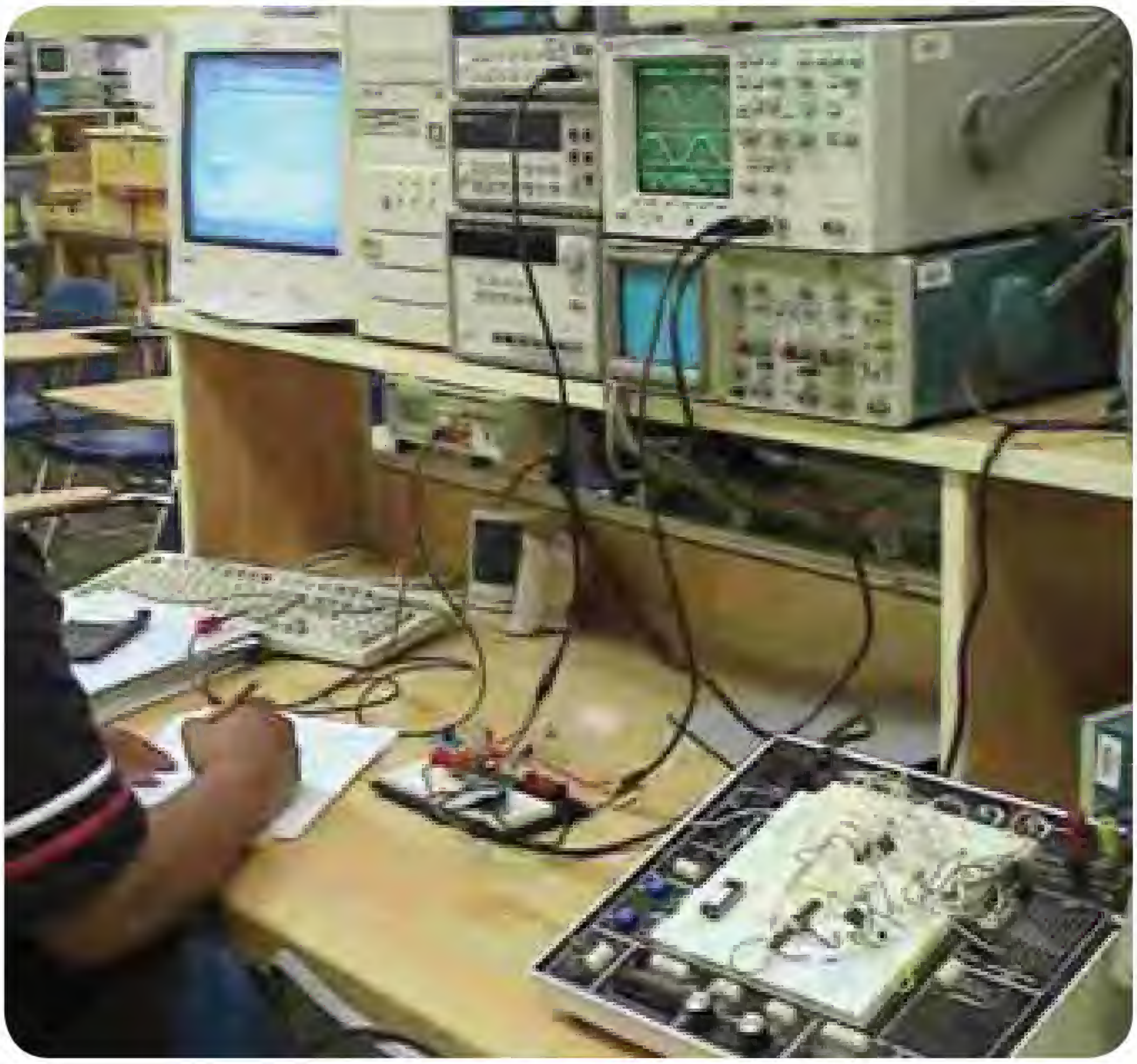


شكل ( )

الملتقطات الكهربائية

الوحـــــــدة 4

من تحضير و إعداد
الاستاذالمهندس: لواسف بوفاتح
ثانوية رابح بركاتى
الحىالجنوبى
بلدية افلو
ولايةالأغواط
EMAIL : LOUASSEF@msn.com



الملتقطات الكهربائية

الوحدة

وضعية تعليمية

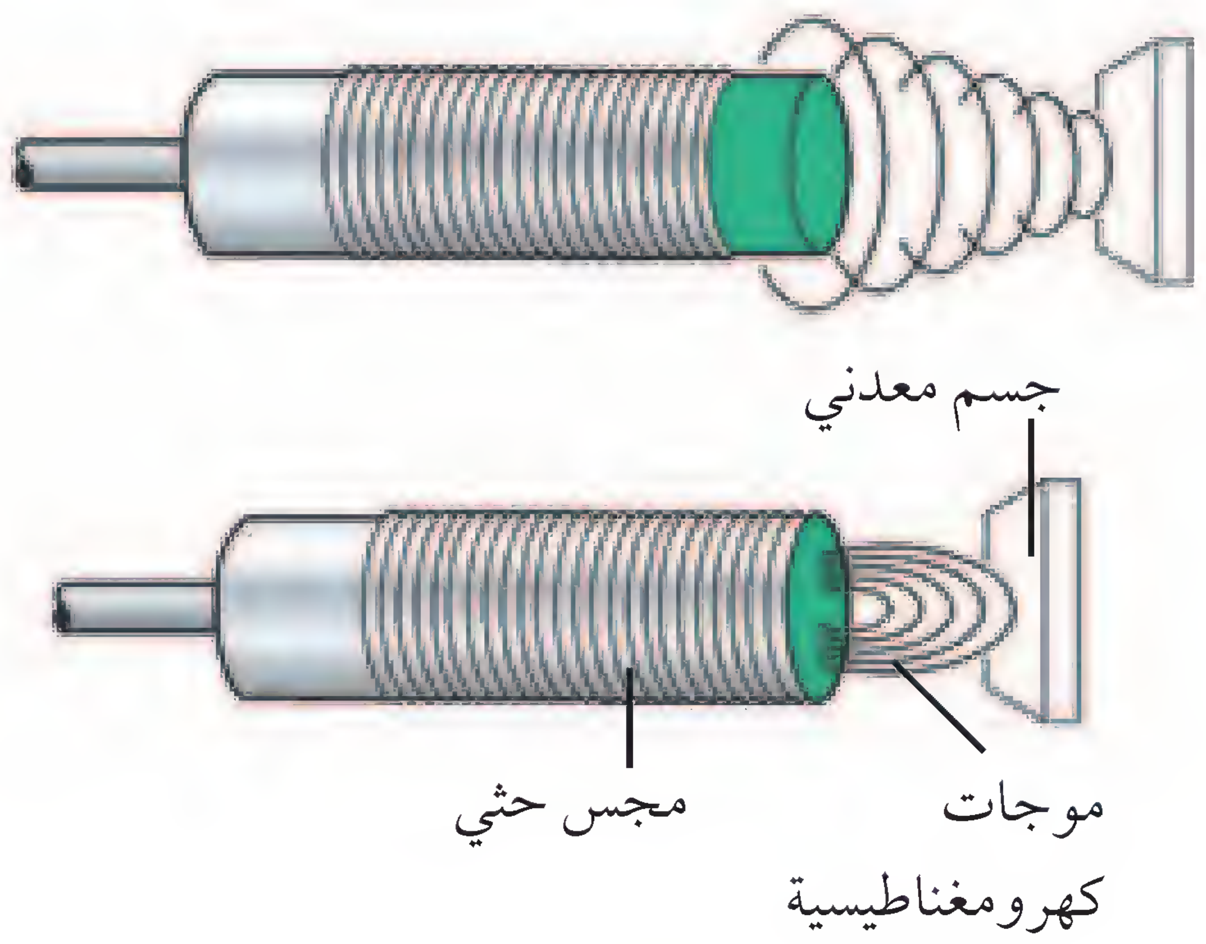
تعريف

هو عبارة عن عنصر يقوم باستشعار الكميات الفيزيائية كالحرارة، والضغط، والسرعة، والحركة، و القوة، والضوء، والصوت ومن ثم تحويلها إلى كميات كهربائية مكافئة لتلك الكميات الفيزيائية.

بإمكانك ملاحظة الكثير من **الملتقطات** في حياتك اليومية كمجس الحرارة الذي يستشعر درجة حرارة الغرفة، أو الثلاجة، ويشعر وحدة التحكم بدرجة الحرارة؛ ليتم ضبط درجة الحرارة بعد ذلك عند المستوى المطلوب والملتقط الضوئي الذي يركب على مصابيح الإنارة في الطرقات لتتم الإنارة عند مغيب الشمس.

الملتقطات الحثية inductive sensor

هو عبارة عن عنصر يستشعر بوجود الأجسام المعدنية الموجودة في مجاله الكهرومغناطيسي، وذلك دون اتصال ميكانيكي، أن المجس الحثي يضخم الموجة من حيث ارتفاع قمتها الآتية عن طريق الملف والمواسع حيث يلف الملف حول قلب حديدي مفتوح من جهة واحدة كما في الشكل (2) فإذا وجد



شكل (2)

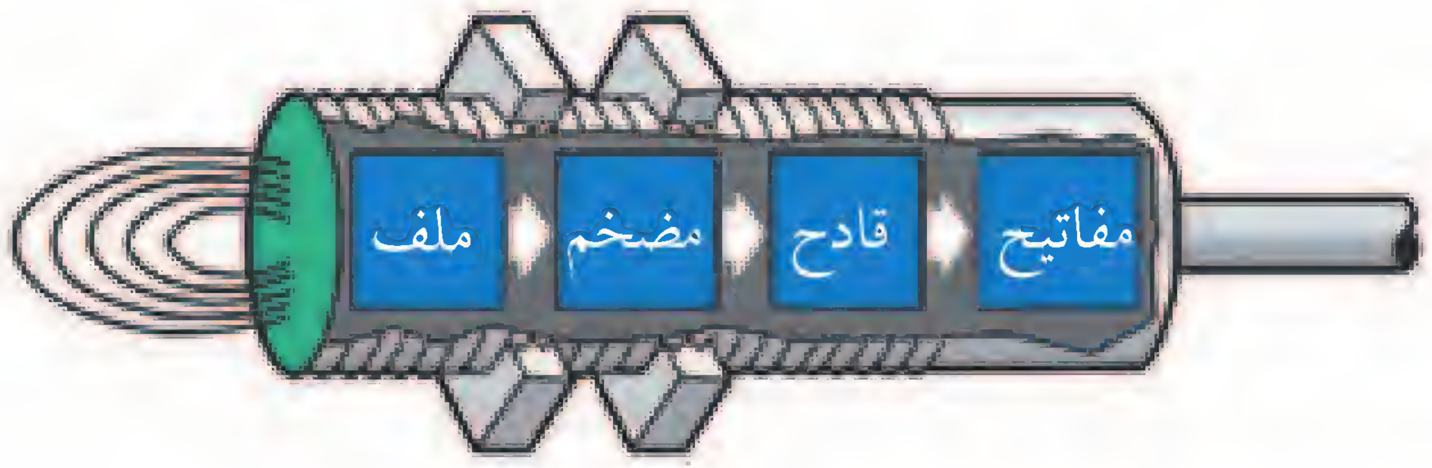
جسم من المعدن في المجال المغناطيسي للملف فإنه ينشأ تيارات إعصارية في هذا الملف نتيجة ارتداد جزء من الموجات الكهرومغناطيسية؛ مما يؤدي إلى تغيير في قيمة الطاقة داخل **الملتقط** وهكذا يستشعر بوجود أجسام معدنية أم لا في مجاله المغناطيسي، و **يتكون من:**

أ ـ ملف كهرومغناطيسي لإصدار موجات كهرومغناطيسية.

ب ـ مضخم لتكبير الإشارة المغناطيسية.

جـ ـ قادح للتحكم بعمل مفاتيح إشارة الخرج.

د ـ مفاتيح إشارة الخرج.

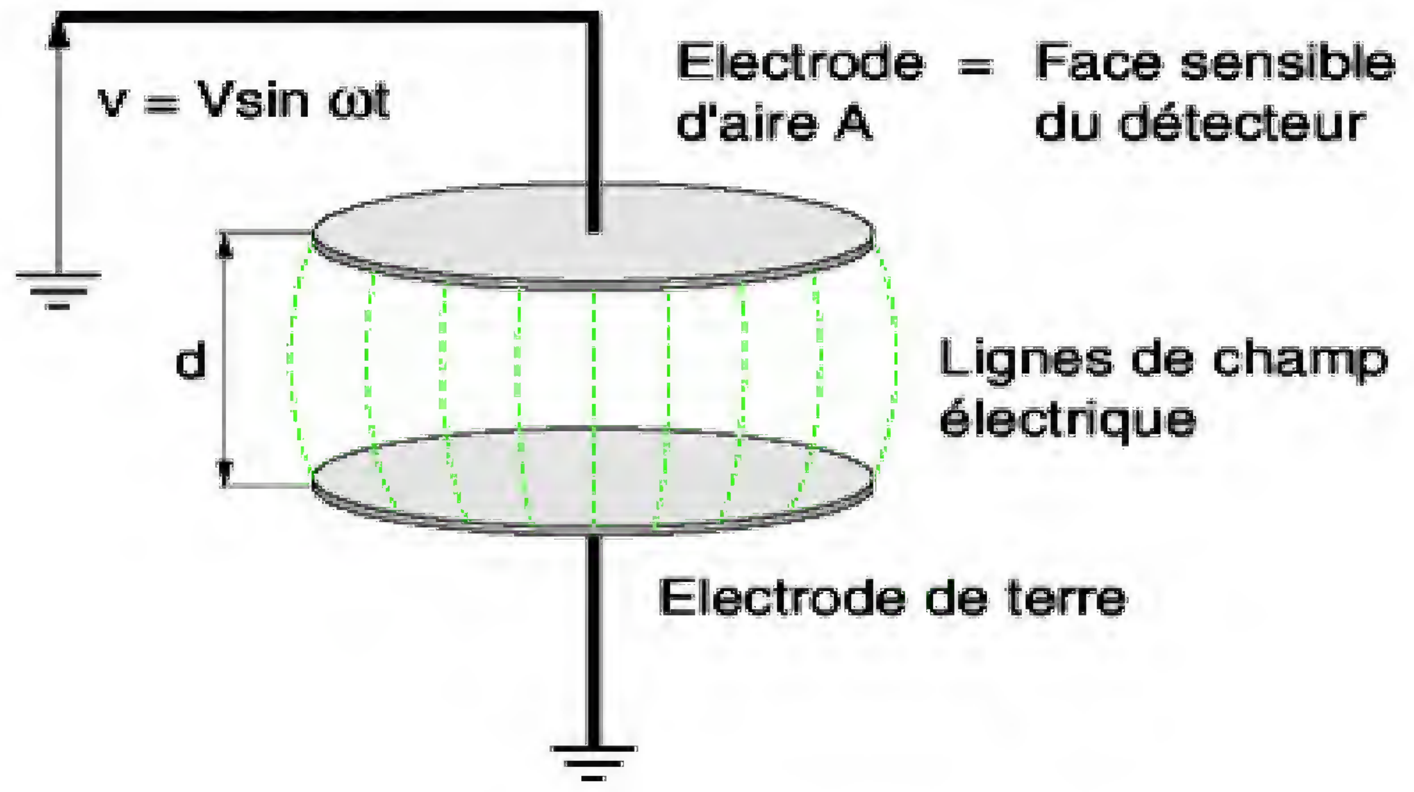


يستخدم هذا المجس لقياس نسبة الحبر في وحدة التظهير في آلات التصوير الكهروستاتي.

الملتقطات السعوية

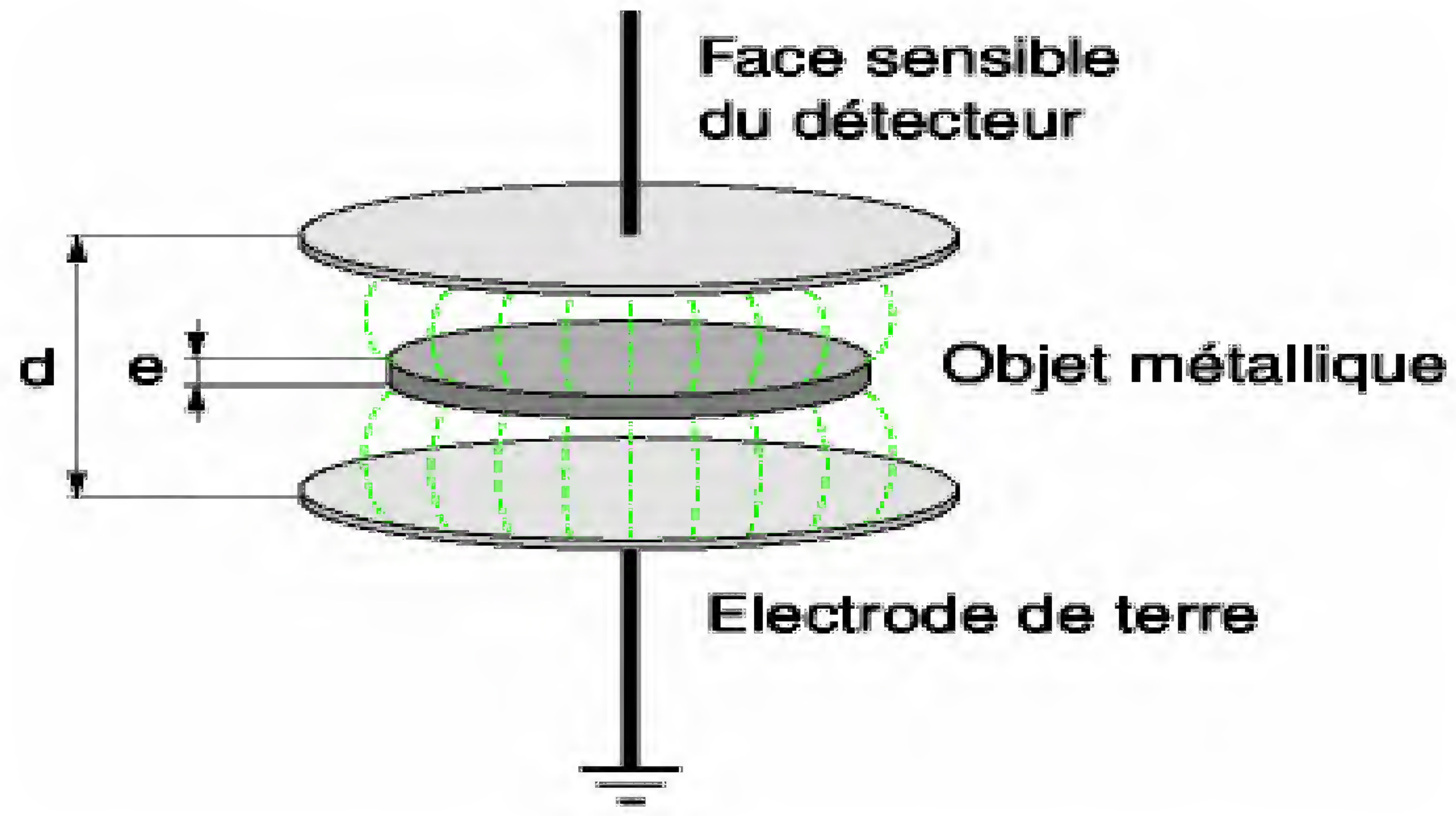
تعريف :

يتكون الرأس الكاشف من لبوسين لمكثفة وتسمح بالكشف عن المواد العازلة او غير العازلة مثل الزجاج و الماء و المواد النلاستيكية ....



مبدأ العمل :

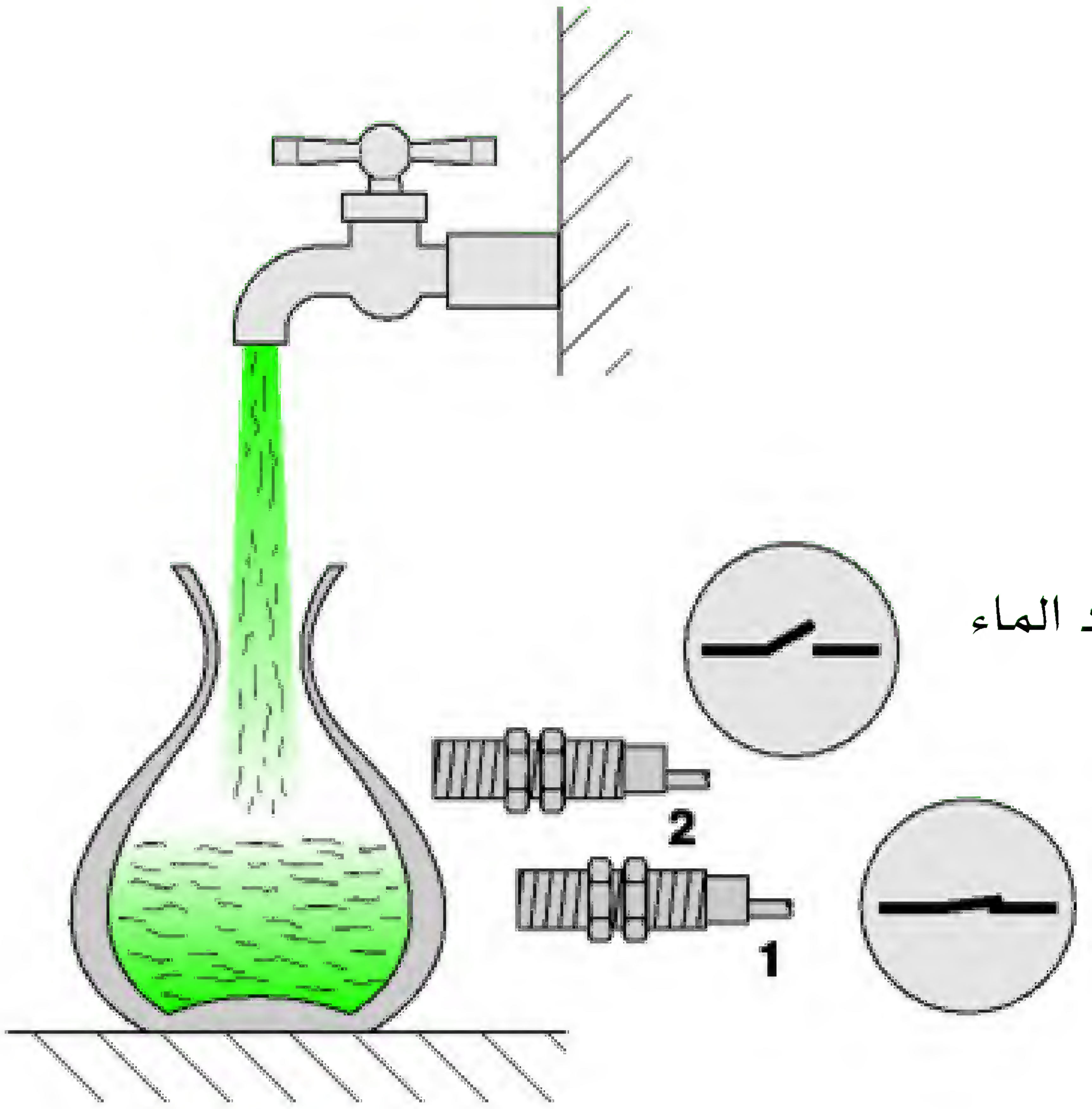
عند توصيل الرأس الكاشف بتيار متناوب ينشأ حقل كهربائى بين اللبوسين ليحدد قيمة الكثفة C و عند وجود مادة بين اللبوسين ترتفع قيمة المكثفة و تصبح C و بقياس هذه القيمة يمكن الكشف عن المواد



C0 : عدم و جود المادة المطلوب الكشف عنها

C : وجود المادة بين اللبوسين

الكشفعن الماء



عدم وجود الماء

وجود الماء

الملتقطات الضوئية

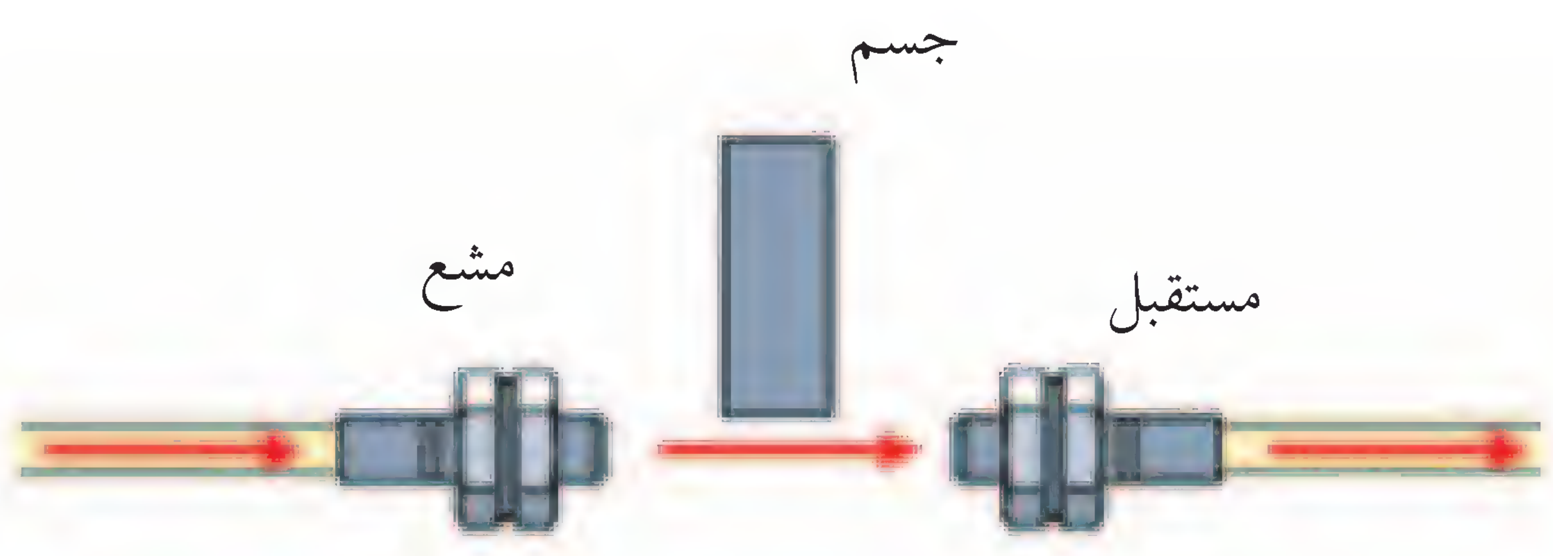
مكوناته

يتكون **الملتقط** الضوئي من العناصر الضوئية التي درستها في الفصل الأول (ثنائيات ضوئية ، وترانزسترات ضوئية ، و مقاومات ضوئية وغير ذلك من العناصر الحساسة للضوء)و يوجد **بالملتقط** الضوئي عنصران أساسيان هما العنصر المشع للضوء، وهو يحول الإشارة الكهربائية إلى إشارة ضوئية ، والعنصر المستقبل للضوء وهو يحول الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية ، وهذان العنصران يوضعان معاً في مغلف واحد .

تعريفه

الملتقط الضوئى : هو عبارة عن عنصر يقوم باستشعار وجود الأجسام أو عدم وجودها بعدة طرق أهمها :

أ- استشعار وجود الجسم عن طريق قطع الإشارة، وهو أكثر الأنواع استخداماً حيث يوضع العنصر المشع والمستقبل في صندوق بلاستيكي واحد، حيث يقابل كل منهما الآخر، في الوضع الطبيعي المستقبل يستقبل إشارة من المشع، أما في حالة وجود جسم بينهما، فهذا يعني أنه لا تصل إشارة إلى المستقبل، كما في الشكل(1) .



شكل (1)

شكل (2)

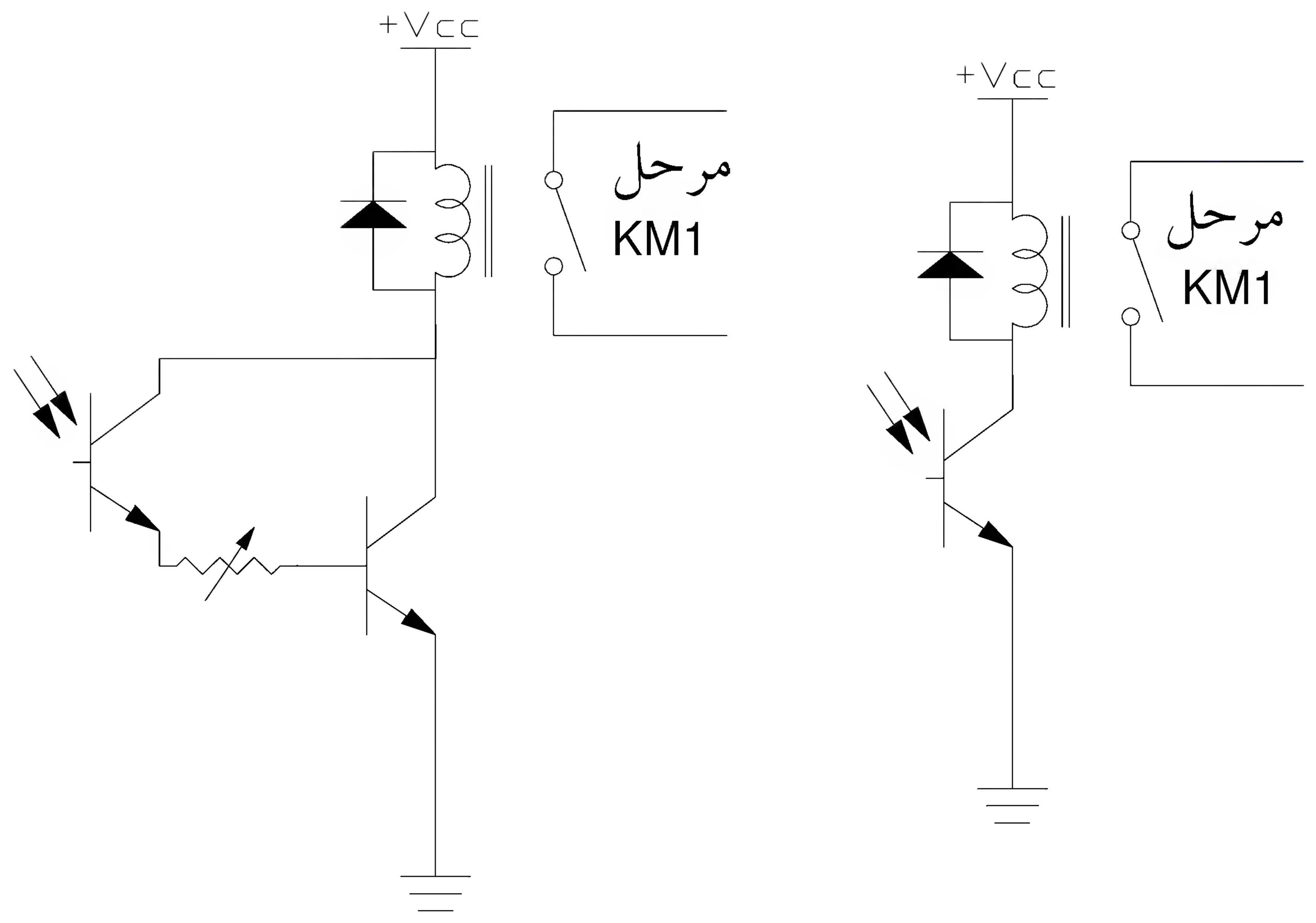
ب- استشعار وجود الجسم عن طريق عكس الإشارة في هذا النوع من المجسات يوضع المشع والمستقبل على نفس المستوى من السطح كما في الشكل (2)، حيث يستشعر بوجود الجسم عند انعكاس الشعاع من الجسم، ويتم استقباله عن طريق المستقبل، أما في حالة عدم وجود جسم فإن المستقبل لا يستقبل إشارة .

تستخدم الملتقطات الضوئية بأنواعها بكثرة في الآلات المكتبية لاستشعار وجود الورق ومكان تعثره في آلات التصوير والطابعات .

شكل (2)

مبدأ العمل : التحكم في تشغيل مرحل .

الدارة في الشكل (1) تعمل على التحكم في تشغل المرحل بواسطة الضوء عندما يكون الترانزستور في الظلام أو مستوى إضاءة منخفض يكون الترانزستور في حالة القطع ، مما يعني أن ملامسات المرحل مفتوحة و عند ارتفاع شدة الإضاءة تعمل على نقل الترانزستور إلى التشبع و يمر تيار في ملف المرحل فيعمل ويغلق الملامسات و بهذا يعمل الحمل الكهربائي .

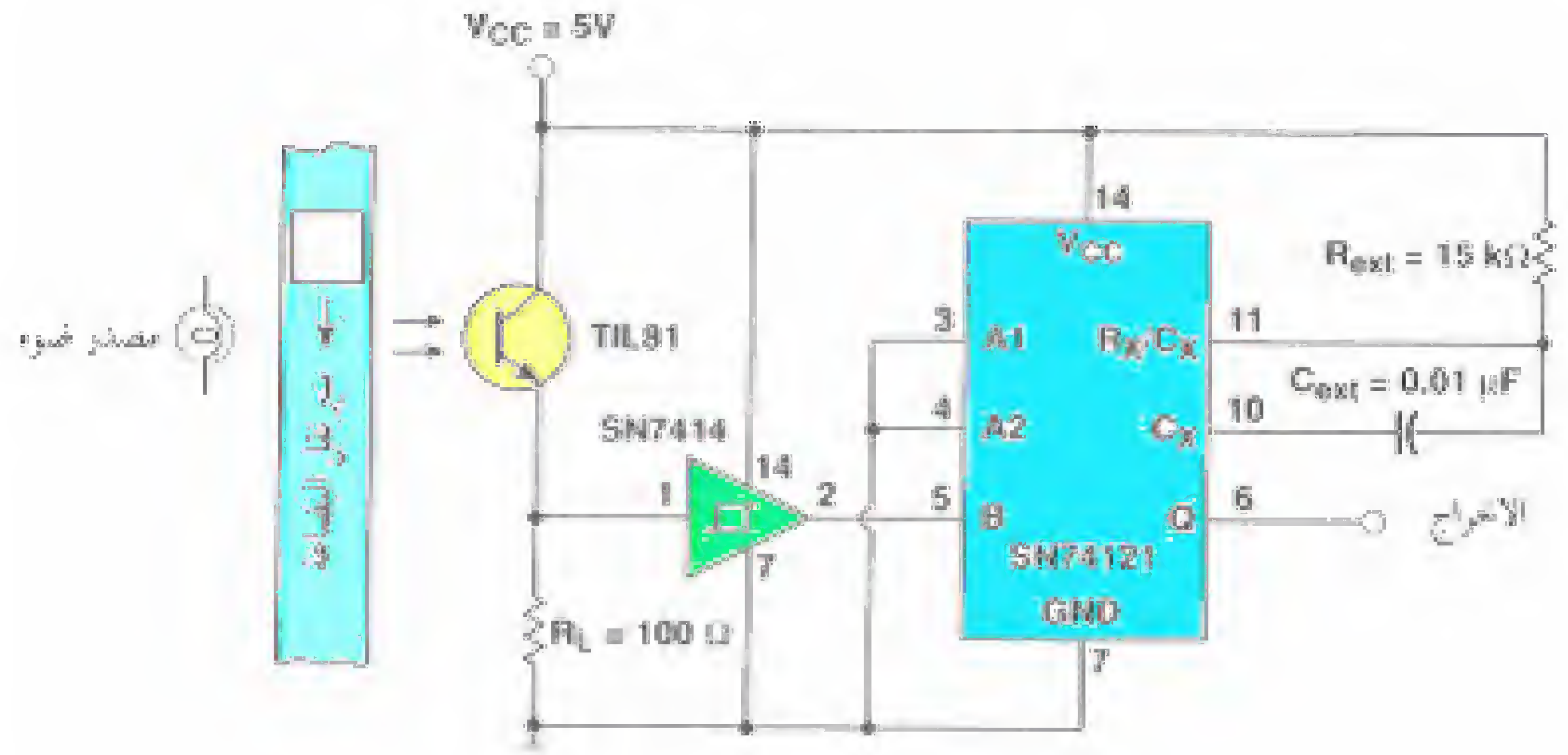


شكل(1)

ممكن استخدام ترانزستور ضوئي ذو طرفين فقط و وصله مع ترانزستور آخر توصيلة دارلجنتون (إذا لم يكن تيار الترانزستور الضوئي كاف لتشغيل المرحل أو استخدام ترانزستور ذو ثلاثة أطراف لضبط حساسية الإضاءة .

مثال :

عند سقوط الضوء على وصلة المجمع ـ القاعدة الموصلة في انحياز عكسي سيتولد زوج من الإكترونات والفجوات بسبب الطاقة الضوئية الساقطة ويزداد تيار المجمع بزيادة شدة الإضاءة والترانزستور الضوئي يكون أكثر حساسية للضوء لوجود خاصية التكبير في الترانزستور .



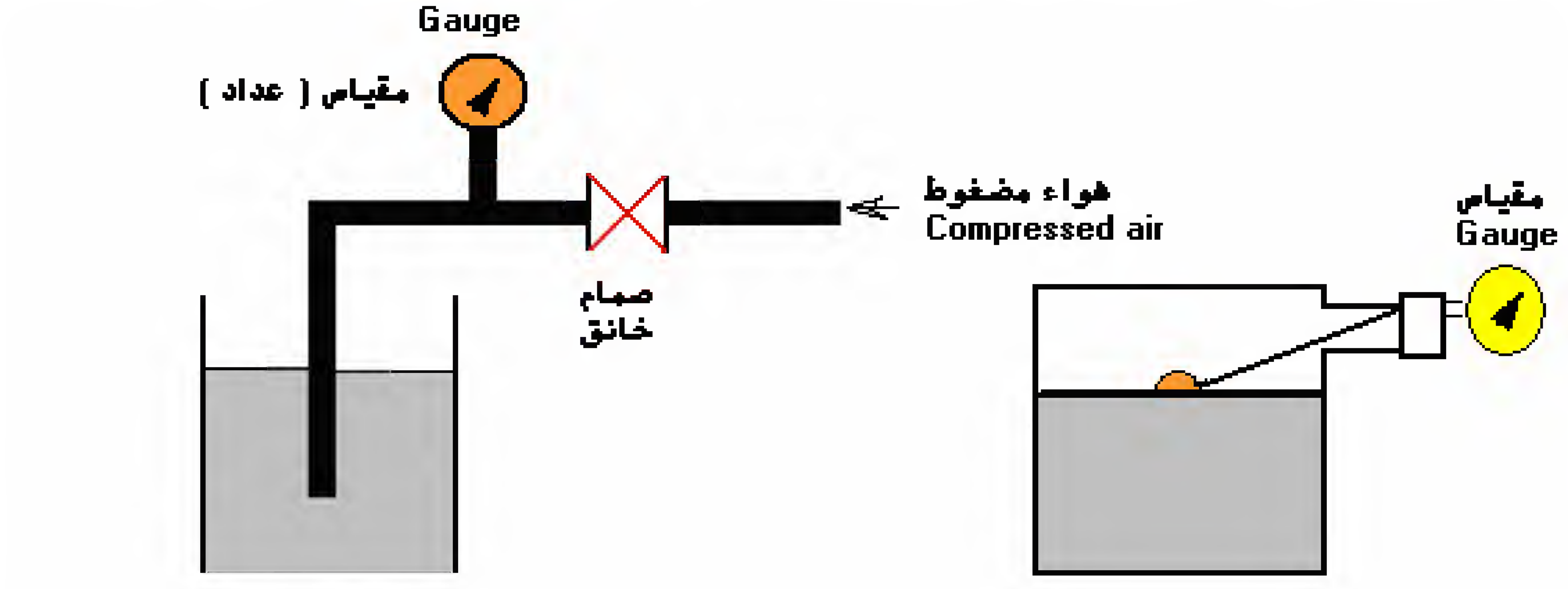
إن الشكل يبين استعمالاً آخر لمصدر ضوء كالدايود الضوئي والترانزستور الضوئي لكشف وجود أوغياب القطع على سير نقل البضاعة في المصنع . وهذا هو المخطط البياني الكامل . ومجدداً ، فإن الضوء الذي يبلغ الترانزستور الضوئي (لايوجد إنتاج في الوضعية) يجعل الترانزستور الضوئي يقوم بالايصال ، بحيث يولد حوالي 5V تقرن مع الجهاز SN7414 . وعندما يمنع (يصد) الضوء إلى الترانزستور الضوئي بواسطة الإنتاج على السير ، فإن الترانزستور يتوقف بحيث تكون الفولتية على الجهاز SN7414 معدومة (صفر) .

أما الجهاز SN7414 فإنه يكشف هذا التأرجح في الفولتية من 5V إلى صفر فولت ، ثم يرسل نبضة إلى SN7414 الذي يولد نبضة من فترة زمنية ثابتة تبلغ 100 ميكروثانية. وهكذا ،

الملتقطات المستوى

يوجد طرق عديدة لقياس أومراقبة المستوى المتلئ مثل :

قياس المستوى بتغير المقاومة. والشكل يوضح هذه الطريقة حيث تستخدم عوامة ميكانيكية موصلة بذراع مقاومة متغيرة والمقاومة الموصلة بمقياس يعطي مثل معايرته ليعطي ارتفاع السائل مباشرة .



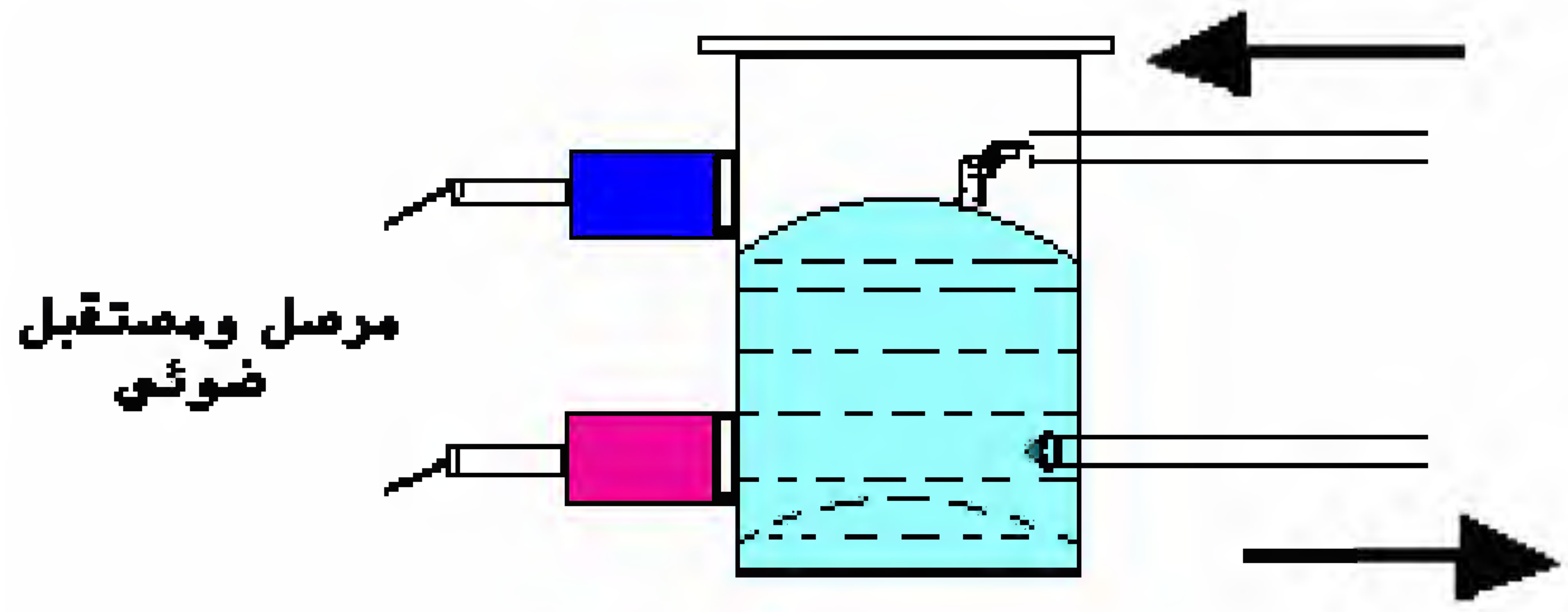
pneumatic level measurement in an open container

Machanical transfer

قياس المستوى بواسطة الهواء المضغوط والشكل يوضح هذه الطريقة . وفي هذه الطريقة يتم تغطيس (غمس) أنبوبة بالسائل المراد قياسة ويدفع خلال هذه الأنبوبة ماء مضغوط أو غاز حامل خلال صمام خانق صغير throttle ، والضغط الراجع (المرتد) من سريان تدفق الهواء وراء الصمام ويعتمد على مستوى السائل في الخزان حيث مستوى السائل الأعلى يقابله ضغط أعلى ويمكن قياس مستوى السائل بواسطة مقياس أو عداد يتم معايرة تدريجة بوحدات الارتفاع . وهذه الطريقة عملياً مناسبة للسوائل عالية التلوث ، وذات اللزوجة ، والسوائل المتبلورة .

مراقبة المستوى بواسطة الحساسات الضوئية :

الشكل يوضح طريقة أخرى لمراقبة المستوى بواسطة استخدام الحساسات الضوئية حيث يستخدم حساسين مثلاً لمراقبة المستوى المطلوب .



Filling - level monitoring

الملتقطات الحرارية

1 - الكواشف الحرارية Temperature Detectors Resistance (TDR)

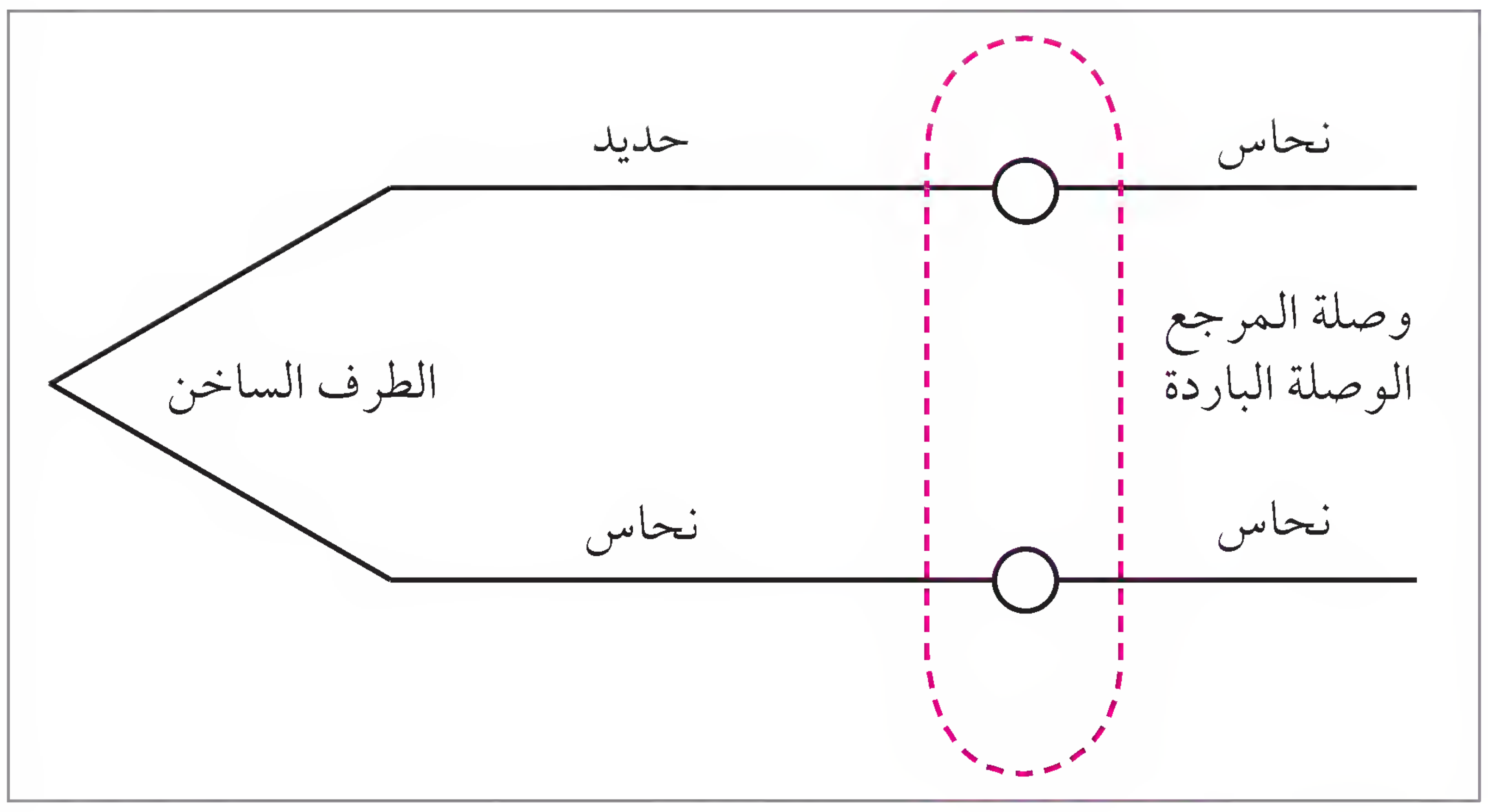
هو أداة (مجس) لقياس درجة الحرارة ، وهو من أقدم أنواع المجسات ، ويعتمد مبدأ عمله على تغير مقاومة المعادن مع درجات الحرارة ، ويتم اختيار معادن ذات معامل حراري كبير (زيادة الحساسية) وتكون ذات معامل حراري موجب – أي تزيد المقاومة بزيادة درجات الحرارة –

تعريف الازدواج الحراري: Thermocouple

هو من أبسط أنواع المجسات المستخدمة في قياس درجات الحرارة وأكثرها انتشاراً وخاصة في درجات الحرارة المرتفعة . و يتكون من سلكين من نوعين مختلفين من السبائك (المعادن) موصولين في نهاية واحدة . عند ارتفاع درجة الحرارة يتولد فرق جهد قليل بين طرفي الأسلاك . ويتناسب فرق الجهد مع فرق درجات الحرارة ويعتمد أيضاً على المادة المصنوع منها .

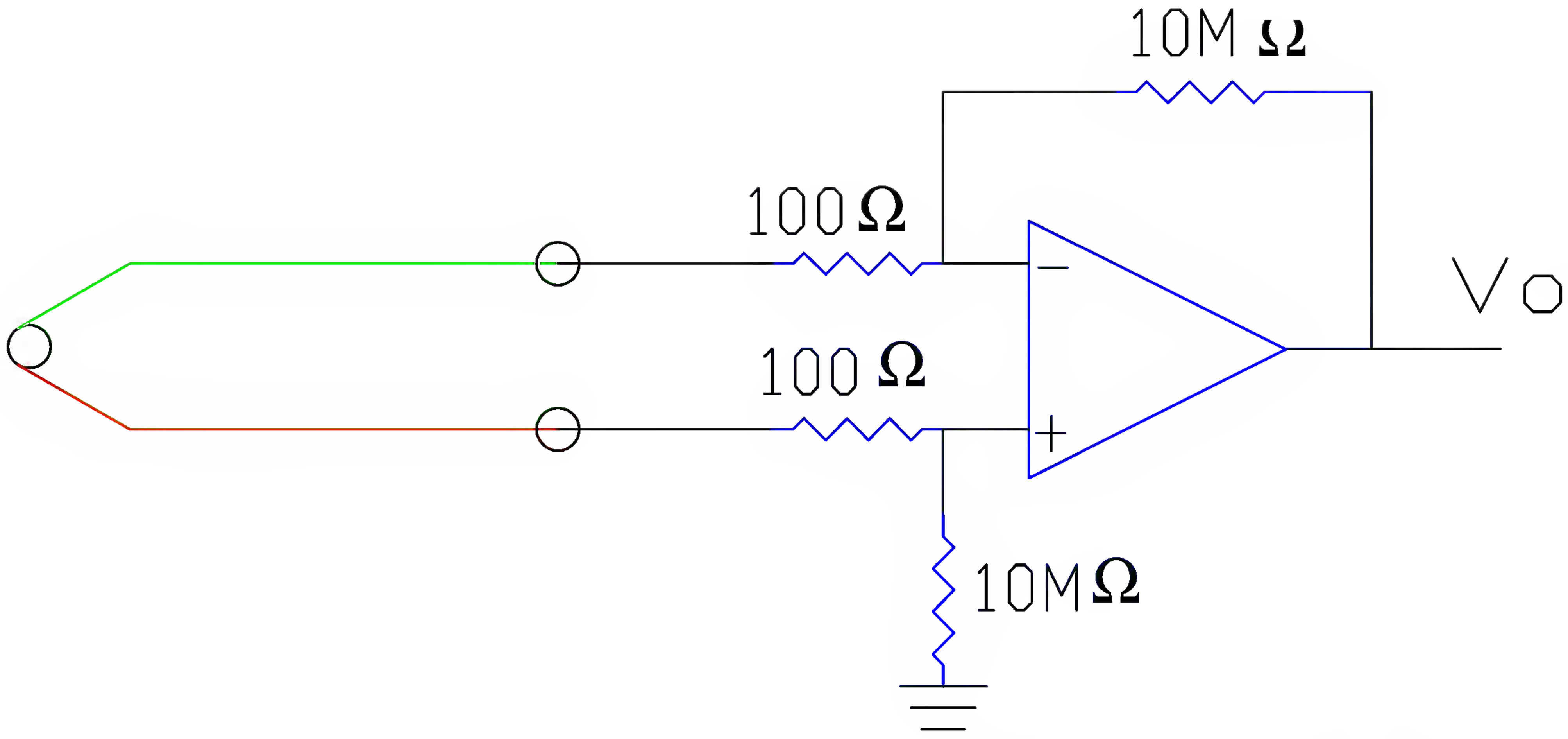
التركيب:

يتكون من وصلتين وصلة القياس (الجس ، الحارة ، الساخن +) والوصلة المرجعية (الباردة ، السالبة –) لاحظ الشكل (1) ويتوفر منه عدة أنواع بناءً على مادة السبائك المصنوع منها ، ومنها مشهور مثل (J , K , T ,E) وهناك أنواع أخرى مثل (R , S , C , G , B)



شكل (1)

مثال :



تحويل درجة الحرارة إلى جهد كهربائي :

من الناحية النظرية عند استخدام ازدواج حراري من نوع K مثلاً نلاحظ أنه يعطي 38.3 ميكرو فولت لكل درجة حرارة، في هذا المثال نفرض أن درجة الحرارة تغيرت من 0 - 100 درجة مئوية (على فرض أن العلاقة خطية على الفترة المختارة وفرق الجهد على درجة حرارة الصفر يساوي صفراً) .

يكون فرق الجهد الناتج : V = 100 x 38.8 μv = 0.388 mV

إذن نحتاج إلى دارة مضخم لتكبير الإشارة الناتجة من الازدواج الحراري، ونختار مضخماً ذا معامل تكبير عالٍ وليكن 10^4 فيكون التغير في الجهد من 0 – 3.38 V .

دارة المضخم التي تم اختيارها في هذا المثال مضخم العمليات الطارح مع معمل تكبير 10^4 لاحظ الشكل حيث تكون $R_f / R_{in} = 10^4$ إذا كانت $R_{in} = 100\Omega$ تكون $R_f = 1M\Omega$.

ممكن استخدام فرق الجهد الناتج من الدارة في عمل دارة ميزان حراري إلكتروني أو ممكن استخدامه في التحكم بالعمليات الصناعية .

2 - الثيرمستور Thermistor

هو مقاومة ذات حساسية عالية لتغيرات درجة الحرارة، وتصل دقتها إلى (0.2 - 0.1) أوم لكل درجة حرارة مئوية، ويصنع من مواد شبه موصلة وبعض أكاسيد المعادن مثل الحديد والنيكل والكروم .

و يصنف الثيرمستور إلى مجموعتين : الأولى ذات معامل حراري سالب NTC أي أن مقاومته تنخفض بازدياد درجة الحرارة . والثانية ذات معامل حراري موجب PTC أي أن مقاومته تزداد بازدياد درجة الحرارة ، ويدخل في صناعتها البلاتين، وحساسيتها أقل من حساسية NTC .

أشكاله:

تتم صناعة الثيرمستور كما هو مبين في الشكل (1) بعدة أشكال لتناسب تطبيقاته المختلفة، وتغطى بطبقة من السيراميك أو الزجاج، ومن هذه الأشكال:

- الأسطواني .
- القرصي .
- الحلقي .
- الخرزي .

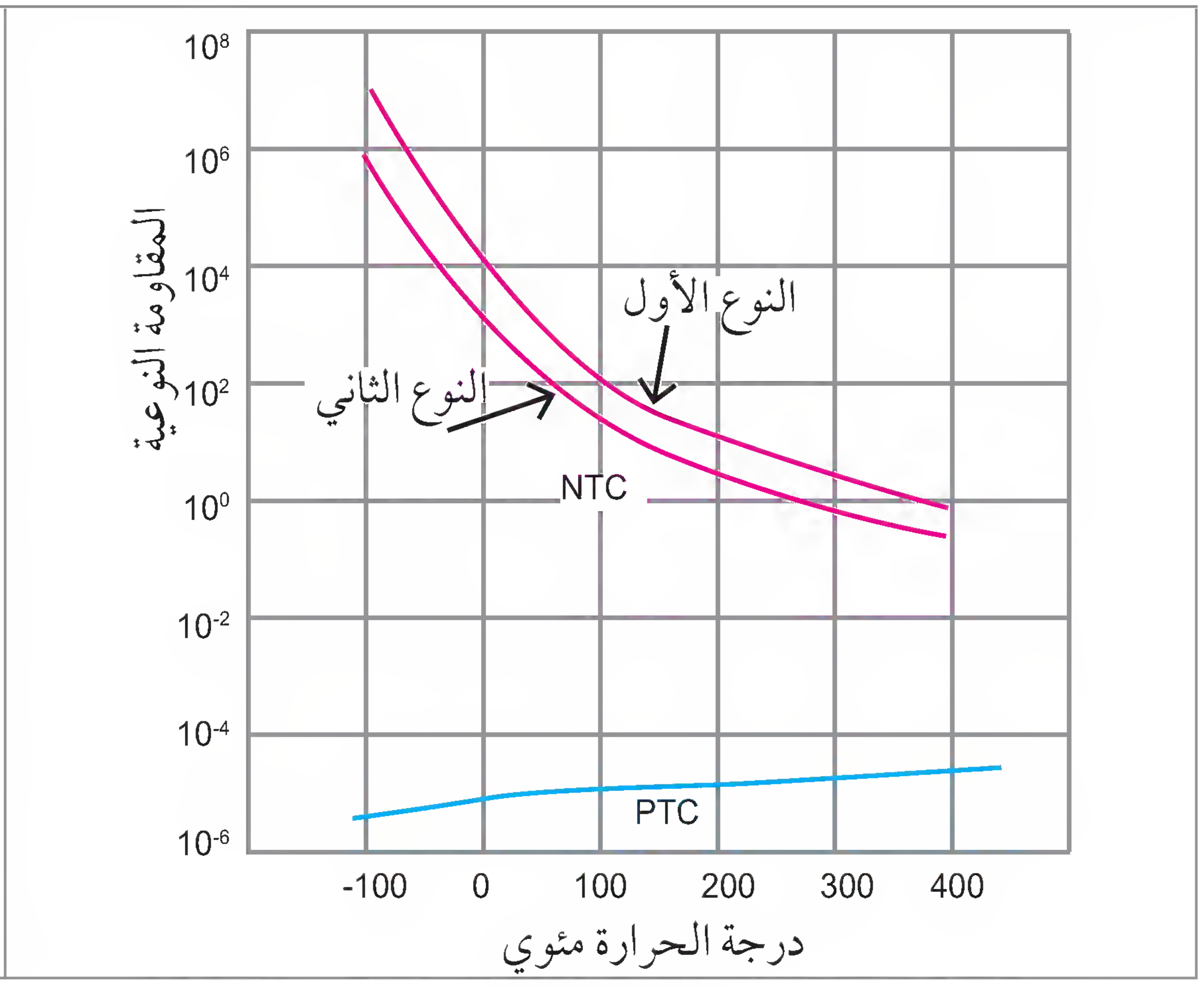
شكل (1)

منحنى خصائص الثيرمستور:

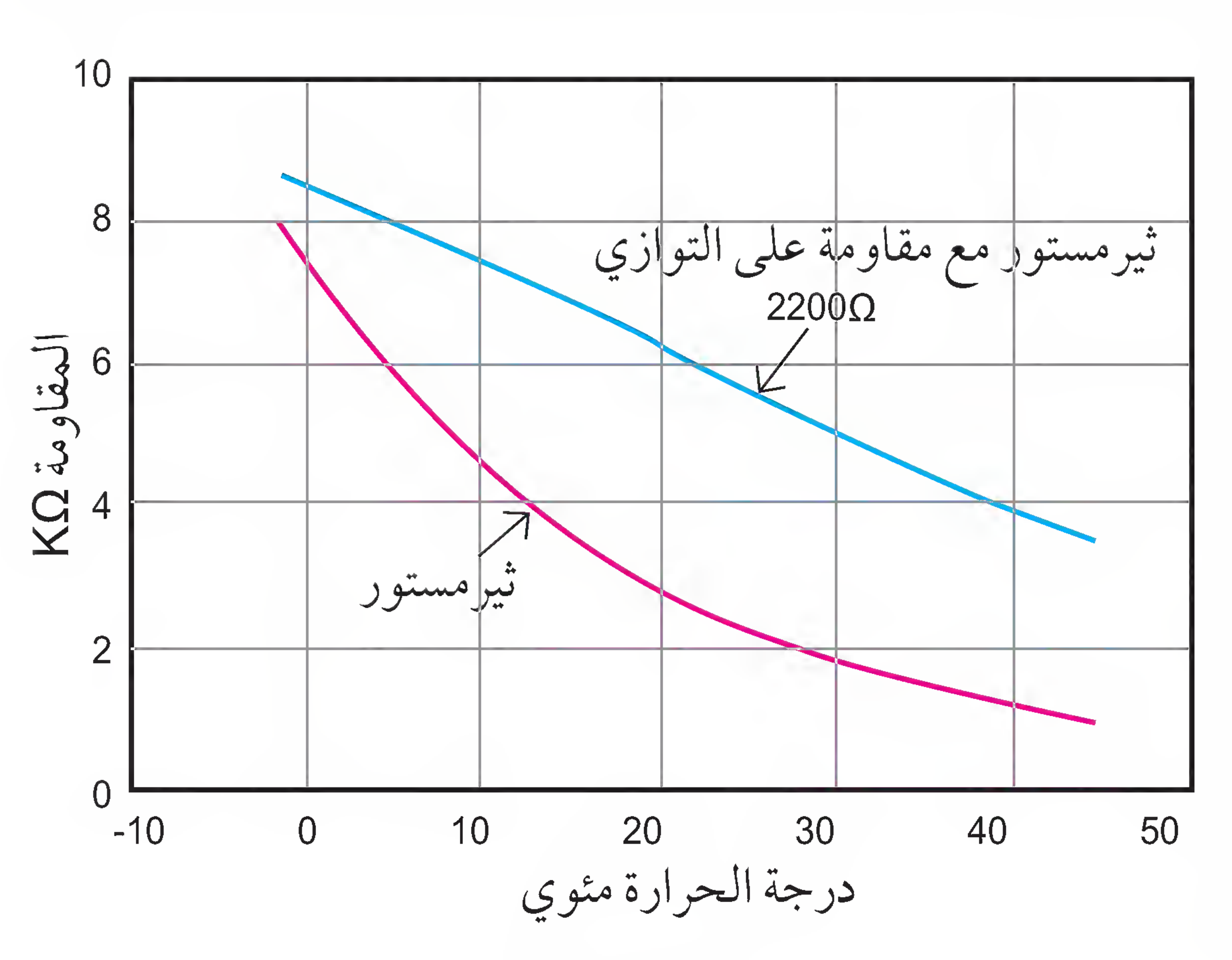
يوضح الشكل (1) العلاقة بين المقاومة النوعية للثيرمستور والتغير في درجة الحرارة .

يلاحظ من المنحنى أن الثيرمستور NTC مقاومته تقل بارتفاع درجات الحرارة، والثيرمستور PTC مقاومته تزداد بارتفاع درجات الحرارة، والعلاقة غير خطية .

وللتخلص من العلاقة غير الخطية وجعلها تقريباً خطية يوصل الثيرمستور NTC بالتوازي مع مقاومة كربونية فينتج منحنى كما في الشكل (2) علاقة خطية



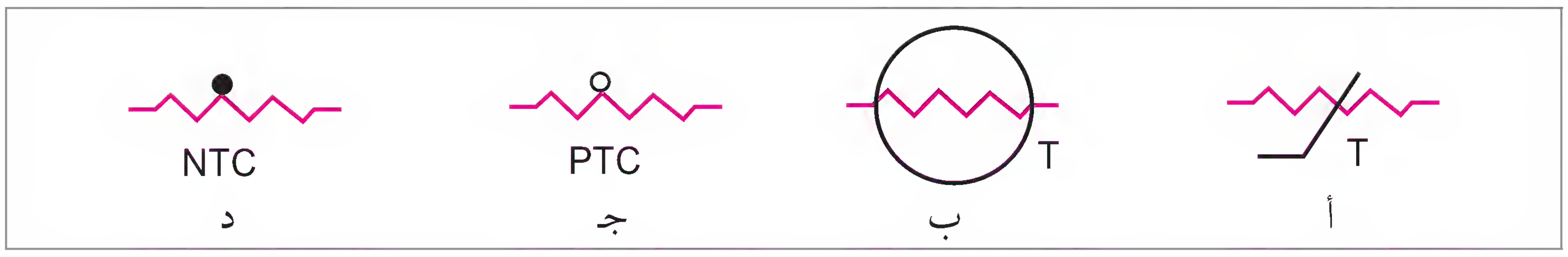
شكل (1)



شكل (2)

رموزه:

يبين الشكل رمز الثيرمستور PTC ، NTC



ميزاته:

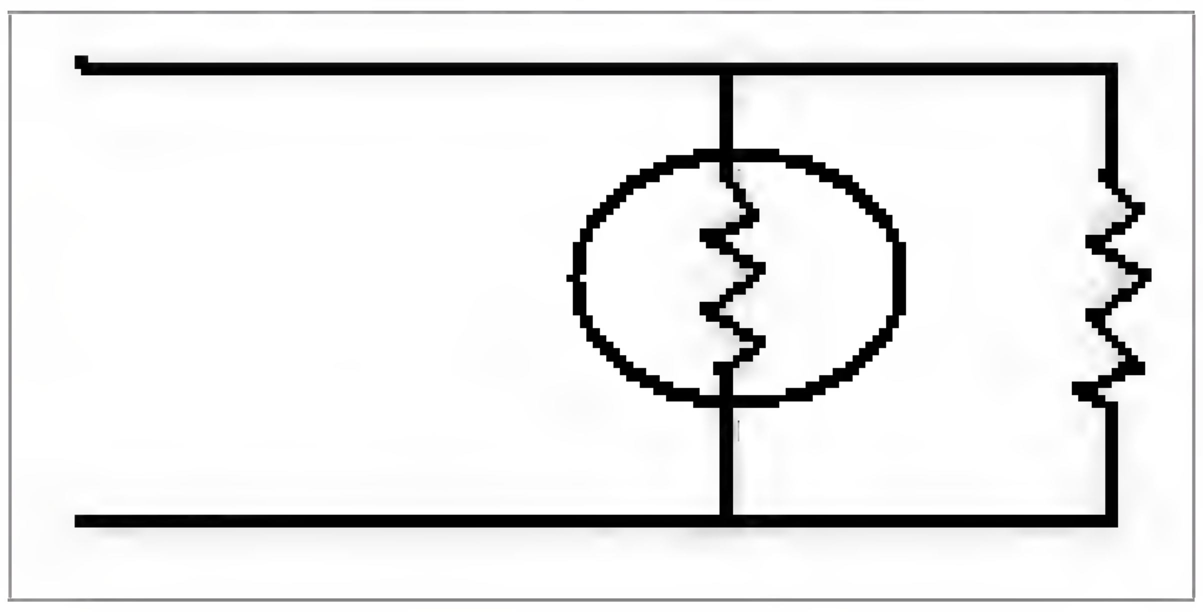
- الدقة العالية .
- تكلفة قليلة
- اسقرارية عالية .
- زمن الاستجابة صغير نسبياً .
- حجم صغير .
- له عدة أشكال .

ويتوفر منه عدة أنواع حسب مادة التصنيع والشكل مثل سلسلة PT ، KT التي تعمل على مدى حراري (+120 - -80) °C . و PS , KS التي تعمل على المدى (+75 - -80) °C .

من الملاحظ أن مدى درجات الحرارة التي للثيرمستور أقل من الازدواج الحراري والكواشف الحرارية .

درات التعويض .

تتأثر بعض الأجهزة الإلكترونية بدرجة الحرارة فتزداد قيمة مقاومتها مما يؤدي إلى خلل في عملها .
و لعلاج هذه المشكلة توصل مقاومة ثيرمستور NTC بالتوازي مع مقاومة كربونية

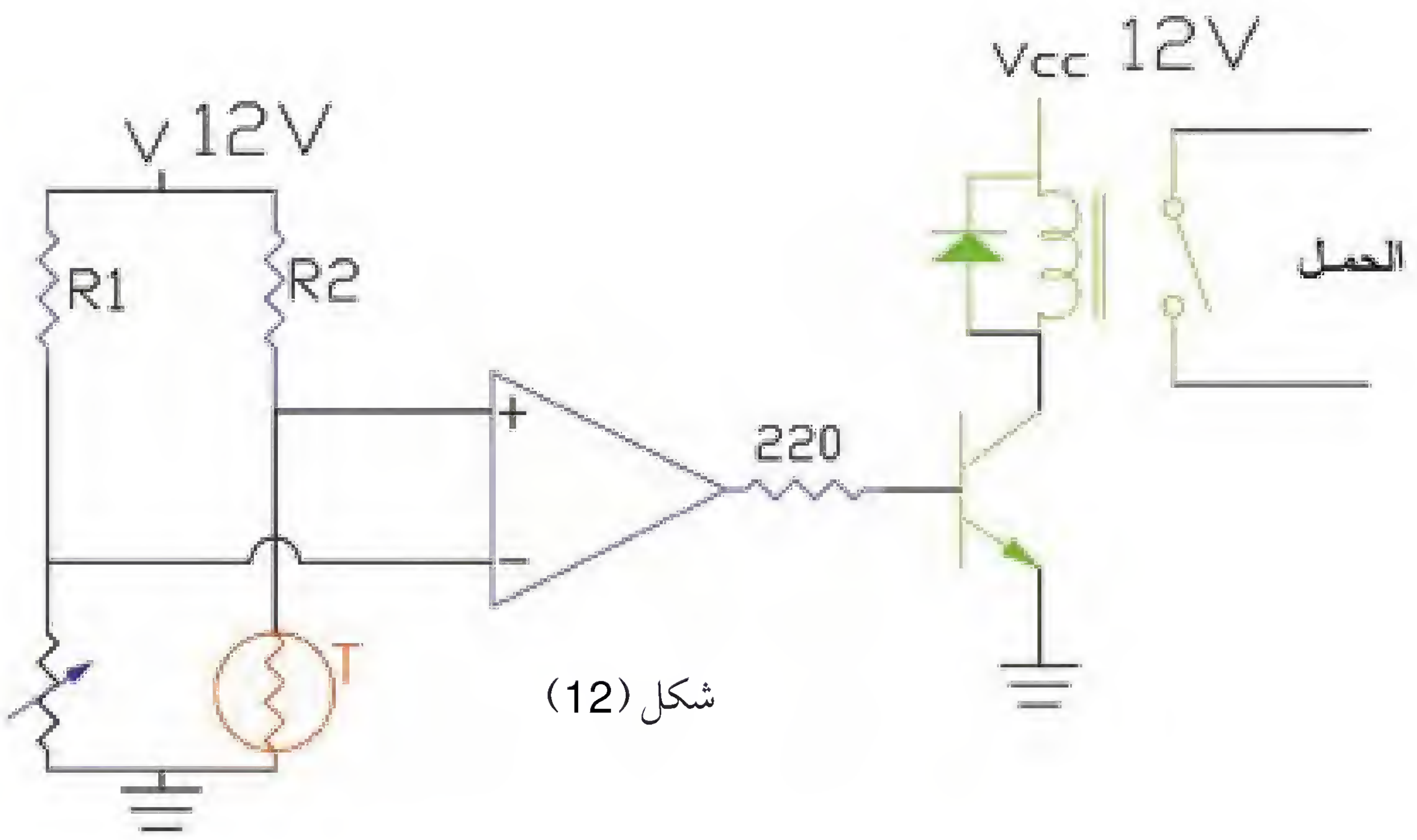


عند ارتفاع درجة الحرارة ترتفع مقاومة الحمل ولكن مقاومة الثيرمستور تنخفض وبما أنهما على التوالي تكون قيمة المقاومة الكلية ثابتة تقريباً أي يعمل الثيرمستور على إلغاء تأثير الحرارة في المقاومة الكلية للدارة أو التقليل منها .

تطبيقاته:

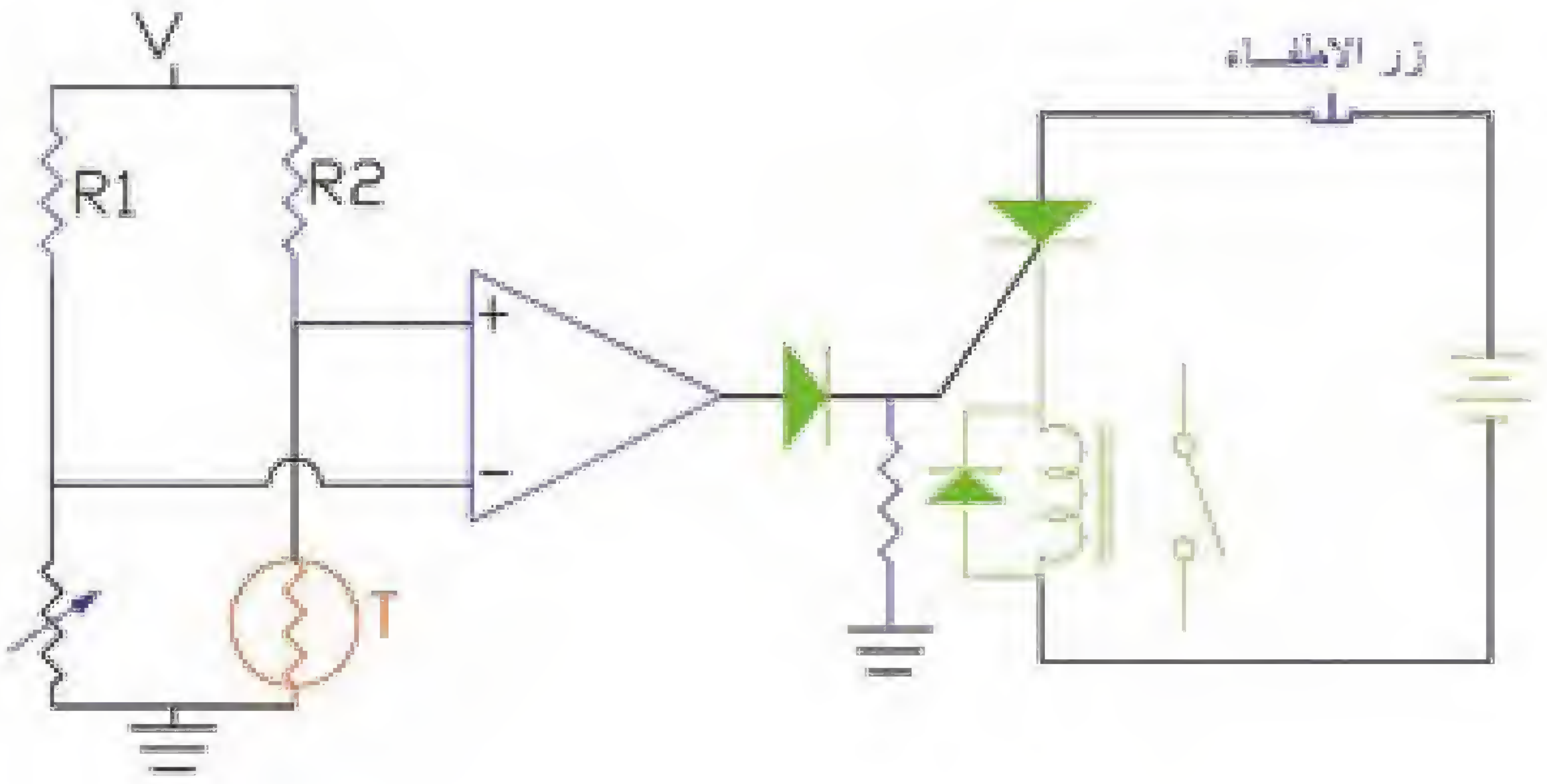
تشغيل الأحمال مثل محرك (مروحة) .

باستخدام قنطرة ويتستون كما في الشكل (12) . في الوضع الطبيعي (أي أقل من درجة الحرارة المطلوبة) يكون الجهد على المخرج (مخرج مكبر العمليات) صفراً، أو يكون في حالة تشبع سالب، وهذا لا يؤدي إلى تشغل الترانزستور ولا يعمل المرحل .



شكل (12)

عندما تتغير درجة الحرارة للوسط الموجودة فيه الثيرمستور PTC تتغير مقاومته (ترتفع) مما يؤدي إلى رفع الجهد وعدم اتزان القنطرة، وعند نقطة معينة تعين بواسطة المقاومة المتغيرة أي وصول درجة الحرارة المطلوبة يكون الجهد على القنطرة كافياً إلى نقل المقارن إلى التشبع الموجب، ويتم أيضاً تشغيل الترانستور الذي يعمل على إغلاق تلامسات المرحل ويعمل الحمل .



إنذار حريق .

عند وقوع حريق في مكان ما ترتفع درجة الحرارة وتؤثر على المجس الحراري (وهو في هذا المثال الثيرمستور) وهذه بدورها تعمل على نقل مكبر العمليات إلى التشبع الموجب الذي يعمل على نقل الثايرستور إلى حالة التوصيل وتشغيل المرحل الذي يعمل على تشغيل جرس الإنذار لاحظ الدارة في الشكل

المقاومة المتغيرة تعمل على ضبط درجة الحرارة التي يراد تشغيل الإنذار عندها . ويوضع الثنائي لمنع التيار السالب عند انخفاض درجة الحرارة بشكل يؤدي إلى جعل المقارن يعمل في حالة لتشبع السالب . تغذية الدارة للثيرستور DC وذلك لجعلها في حالة التوصيل إلى أن يتم الضغط على مفتاح الإطفاء .

التدريس بالمشاريع

الانجاز: الوضعية الإماجية

دارة تحكم في سرعة محرك
التحكم في المحرك الاتزامني

الوحـــــــــــدة 3

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية
مديرية التربية ولاية الأغواط
ثانوية الحي الجنوبي بلدية آفلو

الأستاذ المهندس : لواسف بوفاتح

المقاومة الضوئية LDR

لواسف
بوفاتح

دارة تحكم في سرعة محرك

الوضعية الإماجية

الأجهزة والأدوات:

الجهاز	لكمية	المواصفات
جهاز DMM	1	
مصدر تغذية	1	12V
مصدر ضوئي	1	مصباح 12V أو مصباح 220V

المواد المستخدمة:

العنصر	لكمية	المواصفات
ترانزستور	1	BD 137
محرك	1	DC 12 V
مقاومة ضوئية LDR	1	ORP12
مقاومة متغيرة	2	10KΩ
مقاومة	1	220Ω

المعلومات الأساسية:

- المقاومة الضوئية هي مقاومة تتغير قيمتها تبعاً لتغيرات كثافة الضوء الساقط على سطحها، وتتناسب قيمتها تناسبا عكسياً مع شدة الإضاءة حيث تتناقص قيمتها عند تعرضها للضوء، و تكون في الظلام مقاومتها عالية جداً.

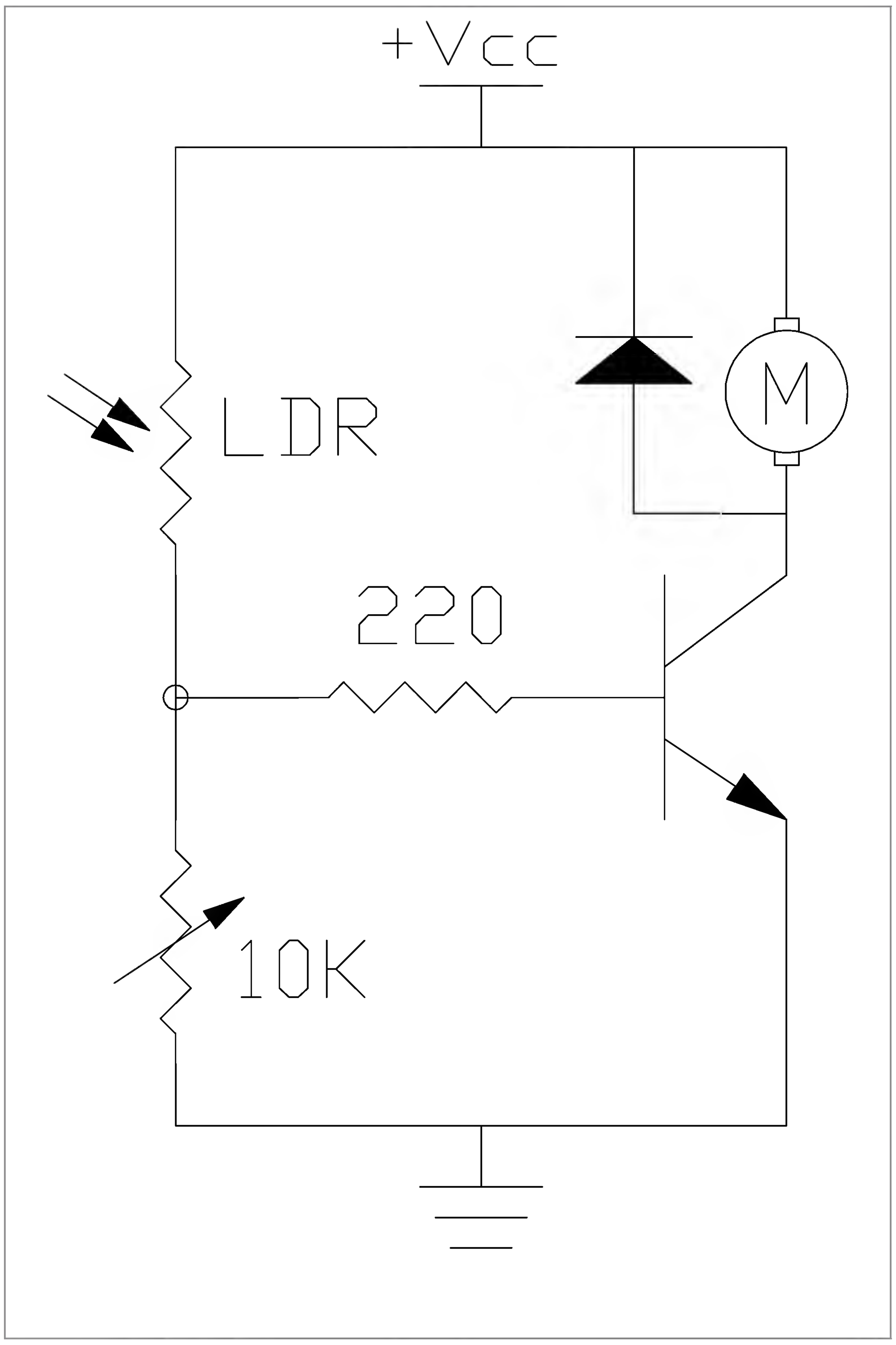
- المقاومة الضوئية تعامل كالمقاومة العادية من حيث ظروف التشغيل الواجب مراعاتها خصوصا القدرة

و كذلك من حيث الأعطال، ومن سيئاتها أنها بطيئة الاستجابة.

- تستعمل المقاومات الضوئية في كثير من التطبيقات التي تشترك جميعها في الإحساس بالضوء ومن هذه التطبيقات أنظمة التحكم المعتمدة على وجود الضوء أو عدمه مثل : التحكم في إنارة الشوارع ليلاً ، التحكم الآلي و أجهزة الإنذار (مثل الإنذار بوجود حريق إنذار ضد السرقة) .

التحكم في سرعة محرك عن طريق الضوء .

كما هو مبين في الشكل(1) يعتبر الضوء العامل الأساسي في الدارة حيث تتناسب قيمة المقاومة LDR مع شدة الضوء الساقط عليها تناسباً عكسياً و تحدد المقاومة قيمة تيار القاعدة للترانزستور، أي أن قيمة تيار القاعدة في هذه الدارة تتناسب طردياً مع شدة الإضاءة . الحمل في الدارة موصول على المجمع أي يمر به تيار I_C فعندما لا يكون هناك ضوء فلا يمر تيار في قاعدة الترانزستور ولا يعمل المحرك أي يكون فرق الجهد على المحرك يساوي صفر . وعند توفر إضاءة ضعيفة تنخفض قيمة المقاومة الضوئية بشكل يتناسب مع شدة الإضاءة فيمر تيار في قاعدة الترانزستور فينتقل الترانزستور من القطع إلى التوصيل، و ينخفض جهد V_{CE} ويرتفع الجهد على المحرك و يتناسب فرق الجهد على الحمل تناسباً طردياً مع شدة الإضاءة، فكلما زادت شدة الإضاءة زادت سرعة دوران المحرك . أي أن سرعة دوران المحرك تتناسب طردياً مع شدة الإضاءة .



شكل(1)

خطوات العمل:

أ- فحص المقاومة الضوئية و أثر الضوء عليها :

- أحضر المقاومة الضوئية و جهاز الأومميتر .
- افحص قيمة المقاومة وسجل قيمتها في الجدول (1) في الحالات التالية :

أ . في الظلام .

ب . في ضوء الغرفة .

جـ. شغل مصدر ضوئي و اجعل المقاومة الضوئية بعيدة عنه تقريباً ١ م ثم قس قيمتها .

د . قرب المقاومة الضوئية من المصدر الضوئي (تقريباً نصف المسافة) ثم قس قيمتها .

هـ. قرب المقاومة الضوئية من المصدر الضوئي أكثر ثم قس قيمتها .

الحالة	الظلام	ضوء الغرفة (ضوء ضعيف)	بعيدة عن المصدر الضوئي ١ م	نصف المسافة إضاءة متوسطة	قريبة جداً إضاءة قوية جداً
قيمة المقاومة					

جدول (1)

■ ب- التحكم في سرعة محرك عن طريق الضوء .

. ركب الدارة التي في الشكل (1) .

. اضبط مصدر التغذية على 12V (يعتمد على المحرك المتوفر) .

. شغل الدارة على ضوء الغرفة ثم اضبط المقاومة المتغيرة بحيث لا يدور المحرك .

. إملاء الجدول (2) :

موقع المقاومة الضوئية	بعيدة عن المصدر الضوئي (اضاءة ضعيفة)	نصف المسافة إضاءة متوسطة	قريبة جداً إضاءة قوية جداً
سرعة المحرك			
الجهد على المحرك			
VCE			

جدول(2)

التقويم:

- ما أثر الضوء على المقاومة الضوئية .
- ما علاقة سرعة المحرك مع الضوء .
- كيف يمكن عكس عمل الدارة التي في الشكل (1) . (بحيث تتناقص سرعة المحرك مع زيادة الضوء) .

لواسف
بوفاتح

الوحدة

الترانزستور الضوئي

التحكم فى المحرك الاتزامنى

الوضعية الإماجية

الأجهزة والأدوات:

الجهاز	الكمية	المواصفات
DMM	1	
مصدر تغذية	1	0 – 15 V

المواد المستخدمة :

العنصر	لكمية	المواصفات
ترانزستور ضوئي	1	
مرحل	1	12 V
Soled States Relay	1	12- 24 V 220V 2A
ترانزستور	1	BD137
ثنائي	1	1N4001
مكبر عمليات	1	LM741
مقاومة متغيرة	1	10KΩ
مقاومة كربونية	6	470 Ω X2 1KΩ 10KΩ X2 33KΩ
مصباح كهربائي	1	12V

المعلومات الأساسية :

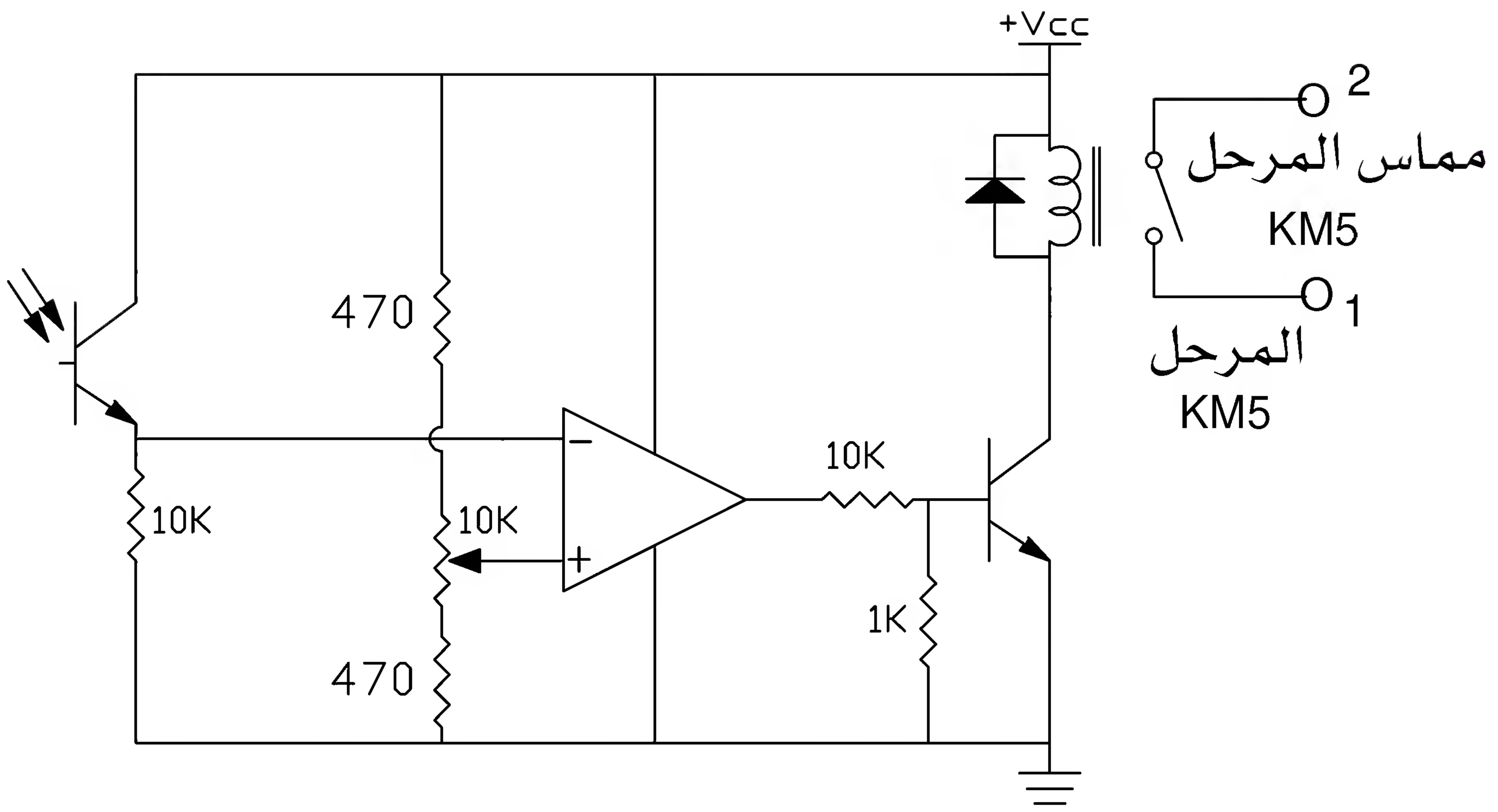
يشبه عمل الترانزستور الضوئي عمل الترانزستور العادي إلا أنه يعتمد على الظاهرة الفولتية الضوئية (Photovoltaic Effect) حيث أن قاعدة الترانزستور حساسة للضوء . يتولد تيار القاعدة بالضوء و يتناسب مع شدة الإضاءة على السطح الحساس للضوء . و من ميزاته أنه سريع الاستجابة .

عند وضع الترانزستور الضوئي في الظلام يصبح في حالة قطع ولا يمر تيار بين المجمع و الباعث وعند تعرض السطح الحساس للضوء يتولد تيار قاعدة صغير ينتج عن ذلك تيار كبير يمر بين المجمع و الباعث . كما توجد أيضاً ترانزستورات تأثير المجال الضوئية التي تستخدم التأثير الضوئي في توليد جهد البوابة الذي يتحكم بتيار المصرف(Drain) – المنبع (Source) .

هناك عدة أنواع من الترانزستورات الضوئية منها ذات الطرفين وهي حساسة للضوء ولكن عند توفر إضاءة ضعيفة تكون غير قادرة على توليد تيار في القاعدة كافي للانتقال إلى التشبع (تيار مناسب) . و هناك ترانزستورات ذات ثلاثة أطراف بإضافة طرف القاعدة الذي يستخدم لتثبيت انحياز الترانزستور بحيث يُمَّكن من التحكم في حساسيته للضوء بشكل جيد . و ترانزستورات دارلنجتون الضوئية وهي تمتاز بحساسيتها العالية للضوء و بزمن الاستجابة كبير نسبيا ، وتتوفر هذه الترانزستورات برجل قاعدة أو بدونها .

للترانزستورات الضوئية كما للترانزستورات العادية جهد انهيار و معدلات جهد و تيار تشغيل و منحنى خصائص .

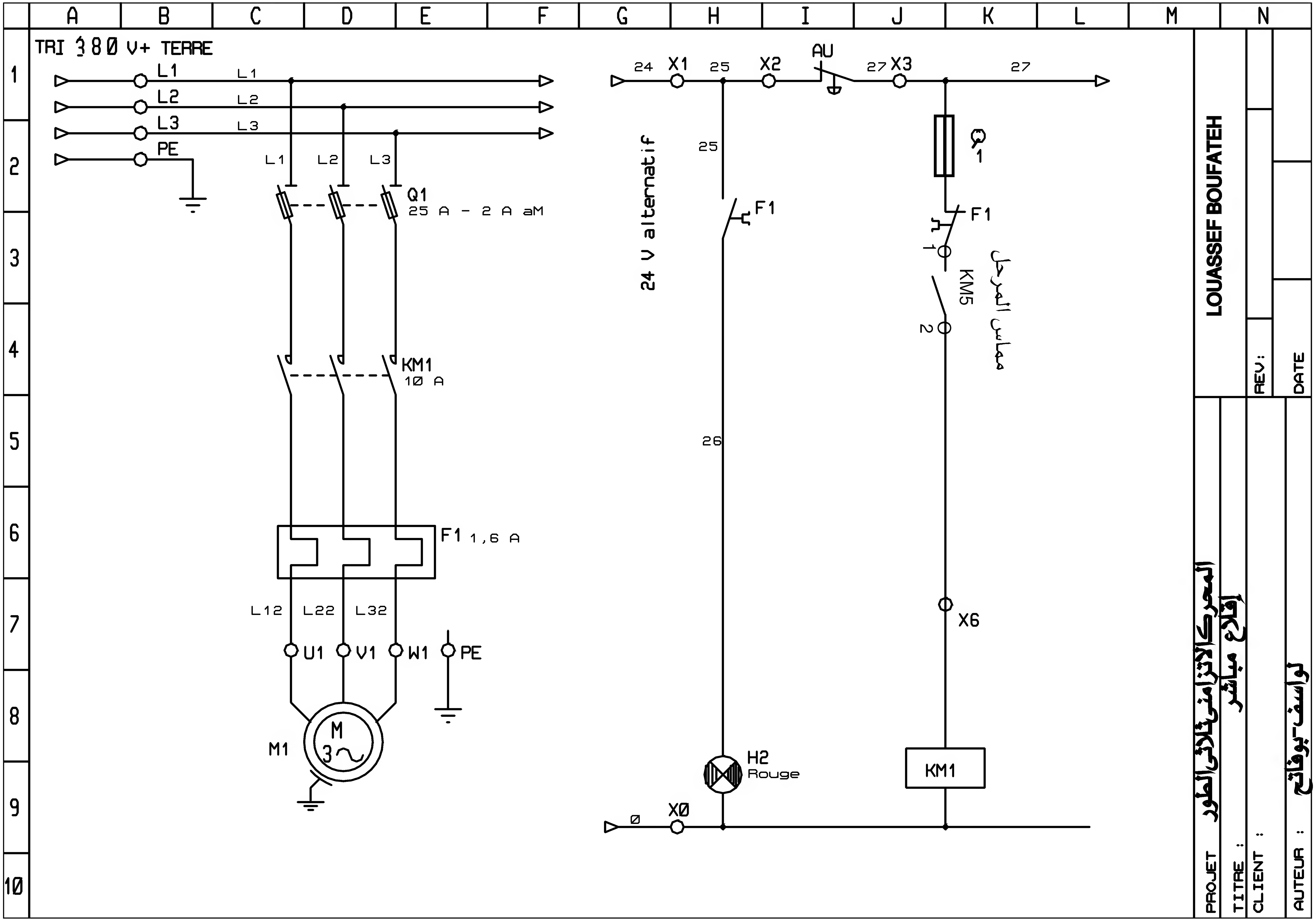
التحكم في تشغيل مرحل باستخدام ترانزستور ضوئي و تشغيل حمل كهربائي .



- صل الدارة كما في الشكل وأنجز دارتى التحكم و الإستطاعة للمحرك
- صل مختلف الدارات مع بعضها البعض
- اضبط جهد التغذية على 12V .
- شغل الدارة و لاحظ تأثير الضوء على عمل الدارة .
- حدد شدة الإضاءة التي يعمل عليها المرحل بمساعدة المقاومة المتغيرة P1 10KΩ حتى إقلاع المحرك

التقويم :

- ما وضفة المرحل السكونى وملتقط الضوء فى إقلاع المحرك
- ما أثر الضوء على الترانزستور و إقلاع المحرك
- ما سبب استخدام الترانزستور BD137 في الدارة .
- ما وظيفة الثنائي في الدارة .
- أذكر تطبيقات عملية ممكن استخدام الترانزستور الضوئي فيها .


TRI 380 V+ TERRE
L1
L2
L3
PE
Q1
25 A - 2 A aM
KM1
10 A
F1 1,6 A
L12 L22 L32
U1 V1 W1 PE
M1
M
3~
24 V alternatif
24 X1 25 X2 AU 27 X3 27
25
F1
26
H2
Rouge
X0
Q1
F1
مماس المرحل
KM5
1
2
X6
KM1
LOUASSEF BOUFATEH
REV :
DATE
PROJET المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور
TITRE : إقلاع مباشر
CLIENT :
AUTEUR : لواسف بوفاتح

لواسف
بوفاتح

الوحدة

الثيرمستور (ctn)(ctp)

التحكم فى المحرك الاتزامنى

الوضعية الإماجية

الأجهزة والأدوات:

الجهاز	الكمية	المواصفات
جهاز DMM	1	
مصدر تغذية	1	12V
مصدر حرارة	1	غاية ماء (أو أي مصدر)

المعلومات الأساسية :

الثيرمستور هي مقاومة ذات حساسية عالية لتغيرات درجة الحرارة (مجس حراري)، وتصنع من مواد شبه موصلة و بعض أكاسيد المعادن مثل الحديد و النيكل و الكروم ، و تصنف الثيرمستور إلى مجموعتين الأولى ذات معامل حراري سالب NTC أي أن مقاومتها تنخفض بازدياد درجة الحرارة . و الثانية ذات معامل حراري موجب PTC أي أن مقاومتها تزداد بازدياد درجة الحرارة ، ويدخل في صناعتها البلاتين و هي أقل حساسية من NTC
في هذا التمرين سيتم استخدام الثيرمستور لتشغيل الأحمال ، تركب الثيرمستور في قنطرة ويتستون كما في

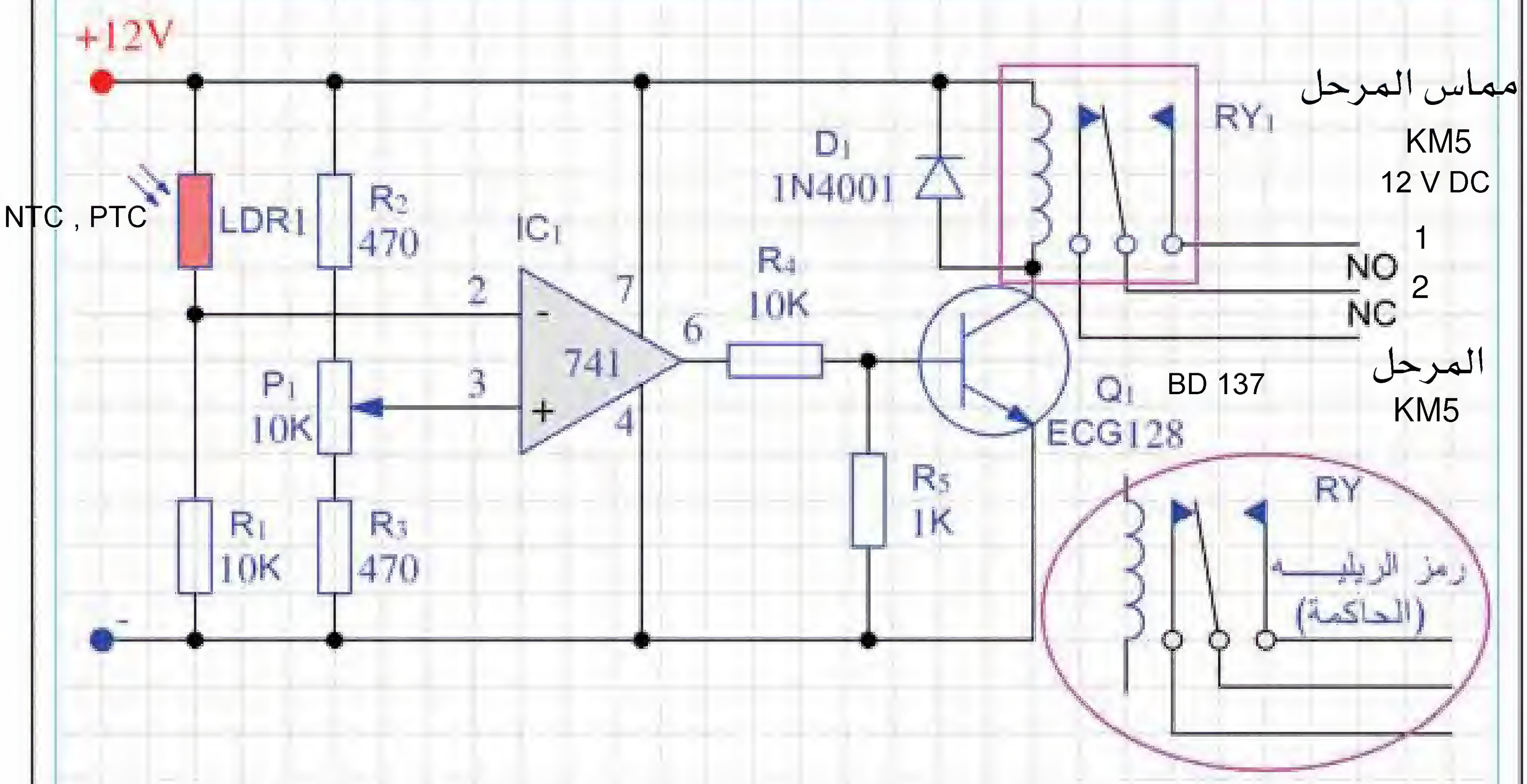
إذا كانت درجة الحرارة أقل من الدرجة المطلوبة (التي يتم تحديدها بواسطة المقاومة المتغيرة) يكون الجهد على المخرج (مخرج مكبر العمليات) سالب أي يكون المقارن في حالة تشبع سالب و هذا لا يؤدي إلى تشغل الترانزستور و لا يعمل المرحل . عندما تتغير درجة الحرارة للوسط الموجودة فيه الثيرمستور PTC تتغير مقاومتها (ترتفع PTC) مما يؤدي إلى رفع الجهد و عند ارتفاعها عن النقطة المعينة أي وصول درجة الحرارة المطلوبة يتحول المقارن إلى التشبع الموجب و يتم أيضاً تشغيل الترانزستور الذي يعمل على إغلاق تلامسات المرحل ويعمل الحمل .

خطوات العمل :

- صل الدارةكمافي الشكل وأنجز دارتى التحكم و الإستطاعة للمحرك
- صل مختلف الدارات مع بعضها البعض
- أحضر ثيرمستور من نوع PTC .
- ضع الثيرمستور في كأس ماء ثم ركب على طرفي الثيرمستور أوممیتر .
- اضبط جهد التغذية على 12V .
- شغل الدارة وأضبط قيمة المقاومة حتى إقلاع المحرك

تمرين
2-50

الشـــكل يبيـــن دارة لاحدى تطبيقـــات مكـبر العمليـــات 741 ، يطلـب إعادة الرسـم بمقيـــاس رسـم 1:1 . لاحـظ الحاكمـة وتماسـاتها فـي حـالتي التوصـــيل :
Normaly Open (NO) , Normaly Closed (NC)



التقويم :

ـ ما وظيفة المرحل السكونى وملتقط الحرارة فى إقلاع المحرك

ـ ما أثر الحرارة على إقلاع المحرك

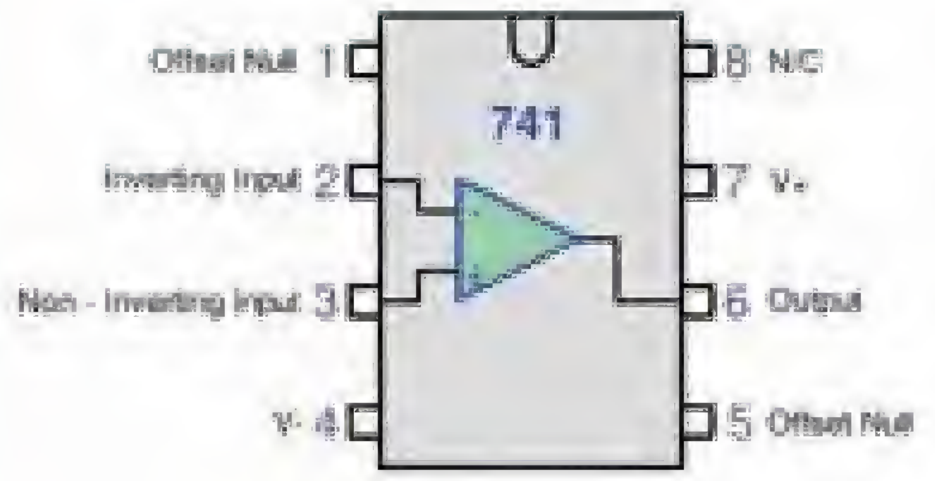
ـ ماسبب استخدام الثيرمستور في الدارة .

-اذكر تطبيقات عملية ممكن استخدام الثيرمستور فيها .

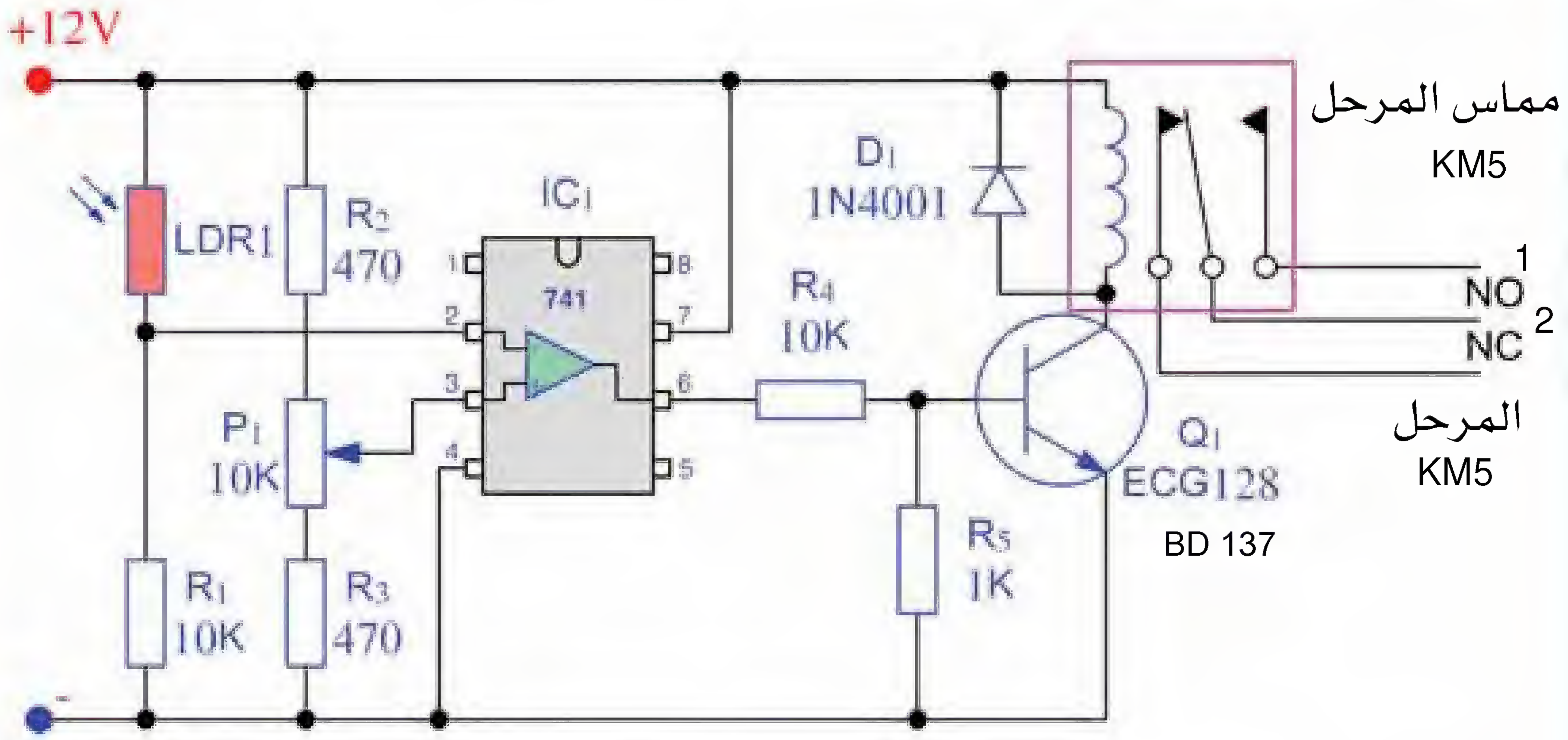
رقم اللوحة	المدرسة	اسم الطالب	تطبيقـــات مكـبر العمليـــات 741
2-75	مقيـاس الرسـم / التـاريخ	الجدول	ارة تعمـل عند الاضـاءة / التعتيـــم

مثال
2-8

الشــكل يبيــن شـكل الـدارة المتكاملــة 741 ذات الثمانيـــة أطراف ، لاحظ طريقــة تــرقيم الأطراف عكس عقارب الساعة ابتــداء من الــبروز أو العلامــة المميــزة للطــرف 1. أرسم الـدارة من جديد باســـتبدال رمز الـدارة 741 بشــكل الـدارة الفعلـــي. وبالاعتمـــاد علــى الجـدول الـذي يبيـــن توزيـــع أطرافهـا.



توزيـــع أطراف الدارة المتكاملـــة 741	
تعيــير أوفســت	1
المدخل العاكس	2
المدخل غير العاكس	3
سالب التغذيــة (الأرضي)	4
تعيــير أوفســت	5
المخرج	6
موجب التغذيـــة	7
بدون توصـــيل	8



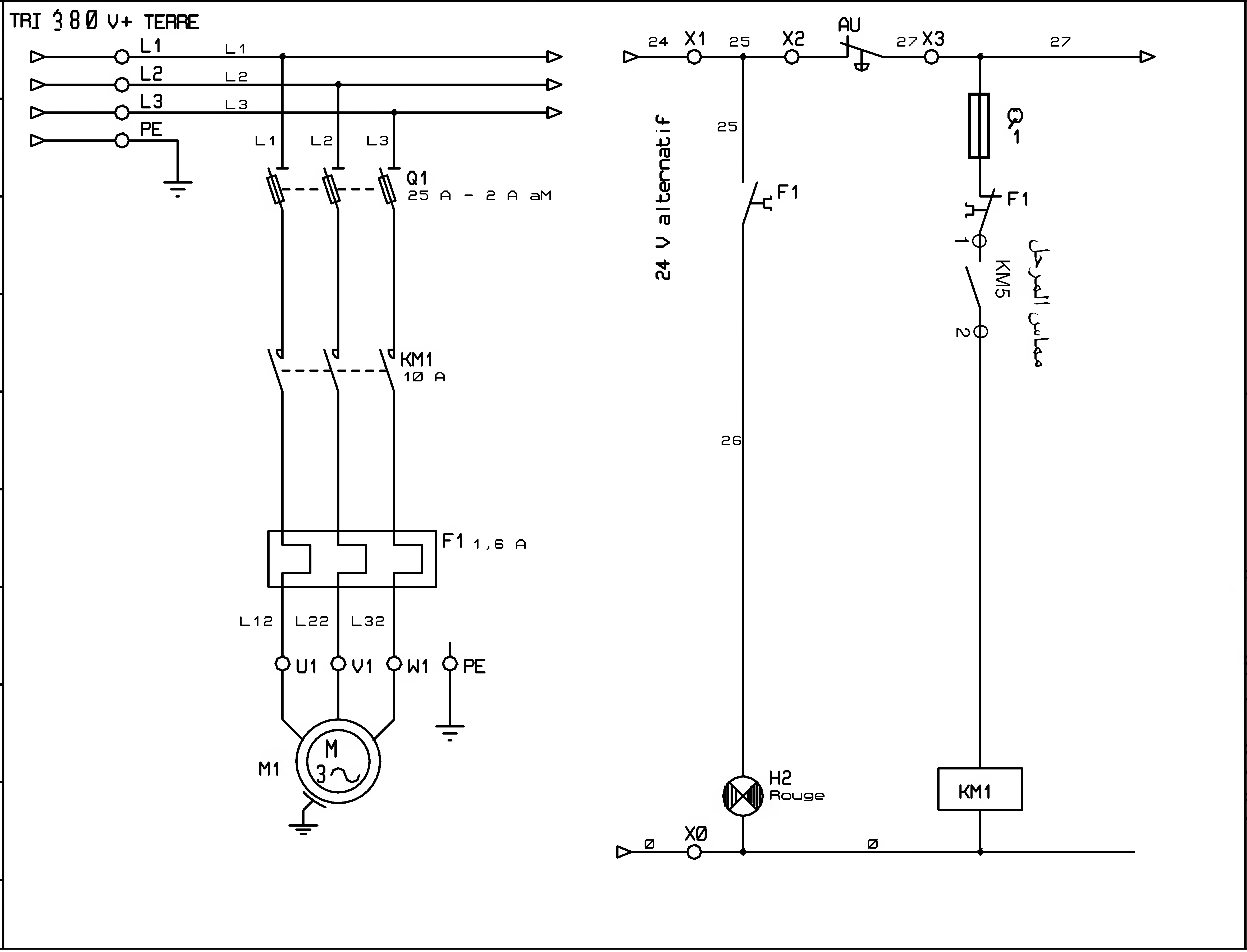
يعتمـــد مبدأ الدارة يعتمـــد على أن الحاكمة (الريليـــه) تغـــير من وضـــعيتها عند سقوط الضوء على المقاومة الضـــوئية حيث أن ذلك يســـبب انخفـــاض قيمتهـــا مســـببا تغـــير جهد الخرج في مكبر العمليـــات وبالتـــالي يعمل الترانزســـتور كمفتـــاح مشغلا الحاكمة.

لقلـــب عمل الدارة يتـــم اســـتبدال المقاومة الضـــوئية بالمقاومـــة R_1

يســـتخدم الثنـــائي لمنع حدوث شرارة عند فتـــح الحاكمة.

تســـتخدم المقاومة المتغـــيرة لضـــبط وتعيـــير حساســـية الدارة.

رقم اللوحة	المدرسة	اسم الطالب	تطبيقـــات مكـــبر العمليـــات 741
2-76	مقياس الرسم / التـــاريخ	الجدول	ارة تعمل عند الاضـــاءة / التعتيـــم



LOUASSEF BOUFATEH

REV :

DATE

PROJET : المحرك اللاتزامني ثلاثي الطور

TITRE : إقلاع مباشر

CLIENT :

AUTEUR : لواسف بوفاتح